

REVISTA ODIGOS

CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
Y CIENCIAS EXACTAS

Vol. 5 Num. 1

2024

FEBRERO MAYO



Universidad
Israel

DOAJ
DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS

latindex
catálogo 2.0

CONTENIDO

5 Página legal

7 EDITORIAL
Mg. Renato M. Toasa
Editor de la Revista ODIGOS

9 Previsión del consumo eléctrico en el cantón Salcedo mediante técnicas de aprendizaje automático
Oscar Fabricio Chicaiza Yugcha
Carlos Julio Martínez Guaman
Israel Antonio Orozco Manobanda
Ángel Danilo Arellano Castro

25 Sistema de control de recursos utilizando código QR mediante aprendizaje supervisado, implementando una plataforma web para la gestión de bienes informáticos
Victor Alfonso Cusco Vinueza
Doris Karina Chicaiza Angamarca
Luis Rene Quisaguano Collaguazo
Geovanny Euclides Silva Peñafiel

49 Aplicativo móvil dydetectiveu para el tratamiento sistemático de la dislexia en alumnos de Educación General Básica
Jessica Paola Sarango Revollero
Dayana Abigail Uvillus Sumba



69 Aplicación de técnicas de SIG en la codificación de áreas de captación de la unidad hidrográfica 13946

Freddy Aníbal Jumbo Castillo
Johnny Paul Novillo Vicuña
Joofre Antonio Honores Tapia
Oscar Efrén Cárdenas Villavicencio

87 Análisis y repotenciación del sistema eléctrico e inyección de un vehículo Suzuki Forsa 1

Joseph Alexander Saavedra Quishpe
E. Fabián Rivera

108 NORMAS DE PUBLICACIÓN
REVISTA ODIGOS

PÁGINA LEGAL

EDITOR GENERAL

Mg. Paúl Francisco Baldeón Egas
Universidad Tecnológica Israel, Ecuador

EDITOR REVISTA ODIGOS

Mg. Renato Mauricio Toasa Guachi
Universidad Tecnológica Israel, Ecuador

COMITÉ EDITORIAL

PhD. Victor Hugo Andaluz Ortiz
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador

PhD. César Leonardo Guevara Gordillo
Universidad de Lincoln, United Kingdom

PhD. David Raimundo Rivas Lalaleo
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador

PhD. José Luis Varela Aldás
Universidad Tecnológica Indoamerica, Ecuador

PhD(c). John Reyes Vasquez
Universidad Técnica de Ambato, Ecuador

PhD(c) . Fernando A. Chicaiza
Universidad Nacional de San Juan, Argentina

PhD(c). Christian Carvajal
Universidad Nacional de San Juan, Argentina.

PhD(c). Javier Santiago Vargas Paredes
Universidad de Chile, Chile

PhD(c) . Santiago Otero-Potosi
Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio, Ecuador

PhD (c). Juan Carlos Muyulema
Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador

Mtr. Angélica Victoria Guillén Pinargote
Universidad Técnica de Manabí, Ecuador

MSc. Jorge Saúl Sánchez Mosquera
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador

MSc. Nataly Pozo Viera
Universidad San Francisco de Quito, Ecuador

M.Sc. Flores García Yolanda Graciela
Universidad Politécnica de Tomsk, Rusia

Mg. Yadira Maricela Semblantes Claudio
Universidad de las Fuerzas Armadas, ESPE

Mg. Verónica Alexandra Yerovi Arias
CONENERGY, Ecuador

Mg. Estefanía de las Mercedes Zurita Meza
Instituto Tecnológico Superior Pelileo, Ecuador

M.Sc. Cristian Mauricio Gallardo Paredes
Universidad Politécnica de Tomsk, Rusia

Mg. David Omar Guevara Aulestia
Universidad Técnica de Ambato, Ecuador

MSc. Juan Pablo Guevara Gordillo
Universidad Central del Ecuador, Ecuador

Mg. Edgar Fabián Rivera Guzmán
Instituto Tecnológico Superior Oriente, Ecuador



**GESTIÓN DE LA REVISTA
ELECTRÓNICA
RESPONSABLE DE ESTILO**

Mg. Edison Andrés Gómez Reyes
Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, Ecuador
Mg. David Martínez Villacrés
Universidad de Guayaquil, Ecuador
MSc. Francisco Javier Galora Silva
Universidad Internacional de la Rioja, España
Mg. Carlos Alberto Gallardo Naula
SU ELÉCTRICO, Ecuador
Mg. Xavier Villamil Quinteros
Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información,
Ecuador

CORRECTOR

Mg. Paúl Francisco Baldeón Egas
Universidad Tecnológica Israel, Ecuador
Lcda. Carla Cristina Florez
Universidad Tecnológica Israel, Ecuador

**RESPONSABLE DE DISEÑO,
MAQUETACIÓN Y
DIAGRAMACIÓN**

Carlos A. Scarabelli
Editor por la Universidad de Buenos Aires, Argentina
Mg. José Alejandro Vergelín Almeida
Universidad Tecnológica Israel, Ecuador

**RESPONSABLE
PROGRAMADOR**

Ing. Carlos Alberto Rivadeneira Proaño
Universidad Tecnológica Israel, Ecuador

PERIODICIDAD DE PUBLICACIÓN - CUATRIMESTRAL

ENTIDAD EDITORA

Universidad Tecnológica Israel
Dirección: Marieta de Veintimilla E4-142 y Pizarro, Quito
Código postal EC-170522
editorial@uisrael.edu.ec - Teléfono: (02) 255-5741 ext. 113

EDITORIAL

Nos complace presentar el volumen 5, número 1 de la Revista ODIGOS, el primero del 2024. En esta ocasión se pone a disposición de toda la comunidad científica y académica 05 trabajos científicos que son resultado de investigaciones elaboradas con alta rigurosidad científica y metodológica, y que aportan significativamente a diversas áreas del conocimiento.

Como en todas nuestras publicaciones, los trabajos presentados han pasado por un proceso de selección, arbitraje, corrección y edición, que van en correspondencia con las líneas aprobadas por la Universidad Tecnológica Israel, entidad editora de nuestra revista.

En este contexto, los trabajos que se presentan son:

“Previsión del consumo eléctrico en el cantón Salcedo mediante técnicas de aprendizaje automático” es el título del primer artículo que se presenta, en este trabajo, los autores adoptaron las técnicas de aprendizaje automático Random Forest y XGBoost para pronosticar la demanda eléctrica de seis parroquias en el sector residencial con registros de enero de 2017 hasta diciembre de 2022.

El segundo trabajo publicado lleva por nombre *“Sistema de control de recursos utilizando código QR mediante aprendizaje supervisado, implementando una plataforma web para la gestión de bienes informáticos”*, se presenta un sistema innovador de control de recursos basado en códigos QR y aprendizaje supervisado, diseñado para la gestión eficiente de bienes informáticos en el área de soporte técnico y dirección de tecnologías de información y comunicación.

Por otra parte, los autores de *“Aplicativo móvil dytectiveu para el tratamiento sistemático de la dislexia en alumnos de Educación General Básica”*, que tiene por finalidad proponer el uso de aplicaciones móviles para mejorar el aprendizaje de alumnos con dificultades específicas de aprendizaje, tales como la dislexia.

Mientras que en *“Aplicación de técnicas de SIG en la codificación de áreas de captación de la unidad hidrográfica 13946”*, se propone aplicar técnicas de SIG utilizando el método Pfafstetter y software de SIG que permitan la segmentación y codificación de las áreas de captación de la unidad hidrográfica 13946, la que pertenece a la cuenca denominada Jubones.



Finalmente, el último trabajo: *“Análisis y repotenciación del sistema eléctrico einyección de un vehículo Suzuki Forsa 1”*, artículo propone el análisis y la mejora del sistema eléctrico y la inyección del vehículo Suzuki Forsa 1. Se emplean diversas herramientas de diagnóstico y desmontaje, como el dinamómetro, el software RaceTec R1000 y un multímetro, para diagnosticar el comportamiento del vehículo.

El impacto de estas investigaciones, dentro de la comunidad científica, permitirá replantear modelos y herramientas para generar propuestas de intervención que contribuyan con la solución de ciertos problemas existentes en la sociedad, relacionados con los temas aquí tratados.

De esta manera, dejamos a disposición de los lectores este material de transferencia y difusión del conocimiento.

Mg. Renato M. Toasa
Editor de la Revista ODIGOS



Previsión del consumo eléctrico en el cantón Salcedo mediante técnicas de aprendizaje automático

Electricity consumption forecasting in the canton of Salcedo using machine learning techniques

Fecha de recepción: 2023-11-20 • Fecha de aceptación: 2024-01-17 • Fecha de publicación: 2024-02-10

Oscar Fabricio Chicaiza Yugcha¹

Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar, Ecuador

o_chicaiza@istsb.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-4170-2186>

Carlos Julio Martínez Guaman²

Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar, Ecuador

c_martinez@istsb.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-6832-902X>

Israel Antonio Orozco Manobanda³

Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar, Ecuador

i_orozco@istsb.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-2931-0240>

Ángel Danilo Arellano Castro⁴

Instituto Superior Tecnológico Simón Bolívar, Ecuador

a_arellano@istsb.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-0966-7122>

RESUMEN

En respuesta al crecimiento de la demanda de energía eléctrica, este estudio se centra en la eficiente previsión del consumo eléctrico en el cantón Salcedo, Ecuador. Se adoptaron las técnicas de aprendizaje automático Random Forest y XGBoost para pronosticar la demanda de seis parroquias en el sector residencial con registros de enero de 2017 hasta diciembre de 2022. La metodología abarcó la recopilación de datos, preprocesamiento, entrenamiento y evaluación de modelos. Se utilizaron métricas como el RMSE y MAPE para validar el rendimiento, destacando Random Forest como el más eficaz en la previsión de la demanda en todas las parroquias, mostrando una adaptación más adecuada a las peculiaridades del consumo eléctrico. Este enfoque no solo proporciona una base para la planificación eficiente de la generación y distribución de energía, sino que también destaca la utilidad de las técnicas de aprendizaje automático en entornos de previsión de consumo energético.

PALABRAS CLAVE: previsión de consumo eléctrico, aprendizaje automático, Random Forest, XGBoost, Ecuador

ABSTRACT

In response to the growth of electricity demand, this study focuses on the efficient forecasting of electricity consumption in Salcedo canton, Ecuador. Random Forest and XGBoost machine learning techniques were adopted to forecast the demand of six parishes in the residential sector with records from January 2017 to December 2022. The methodology encompassed data collection, preprocessing, training, and model evaluation. Metrics such as RMSE and MAPE were used to validate performance, highlighting Random Forest as the most effective in forecasting demand in all parishes, showing a more adequate adaptation to the peculiarities of electricity consumption. This approach not only provides a basis for efficient power generation and distribution planning, but also highlights the usefulness of machine learning techniques in energy consumption forecasting environments.

KEYWORDS: power forecasting, machine learning, Random Forest, XGBoost, Ecuador

Introducción

El desarrollo a nivel mundial ha contribuido significativamente al aumento de la demanda de energía eléctrica, impulsado tanto por el crecimiento demográfico, como por la proliferación de dispositivos inteligentes y la adopción de vehículos eléctricos (Bedi & Toshniwal, 2019). Por esta razón, contar con una proyección precisa de la demanda de electricidad desempeña un papel crucial en la gestión y generación de los sistemas eléctricos. Al anticipar la demanda máxima de energía eléctrica, las compañías de servicios públicos pueden llevar a cabo una planificación más eficiente de la generación y distribución de energía (R. Li et al., 2020). Es esencial que las empresas de generación integren técnicas de previsión de carga para proyectar de manera efectiva la futura demanda de electricidad (Mir et al., 2020).

Dentro del ámbito de la previsión del consumo energético se han empleado enfoques clásicos basados en modelos econométricos y estadísticos. Sin embargo, se ha constatado que el aprendizaje automático o redes neuronales puede superar a las metodologías tradicionales en escenarios que involucran series temporales impredecibles o inusuales (Mañay et al., 2022; Shin & Woo, 2022).

La previsión del consumo de energía implica la utilización de diversas estrategias. Investigaciones posteriores han examinado el uso de técnicas de aprendizaje automático para predecir el consumo de energía. Los modelos de previsión de carga basados en aprendizaje automático han ganado popularidad y utilizan datos históricos para prever la demanda futura (Ruiz-Abellón et al., 2018).

1.1 Modelos de aprendizaje automático supervisado

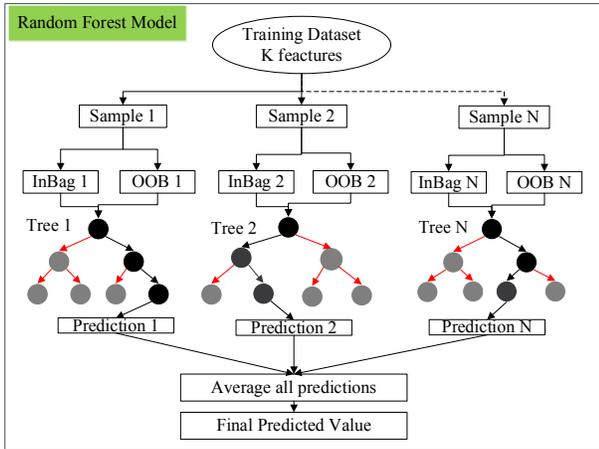
El aprendizaje automático se centra en el reconocimiento de patrones a través del entrenamiento con datos históricos para predecir o identificar patrones. El rendimiento tiende a mejorar con la disponibilidad de un conjunto de observaciones lo suficientemente amplio, dependiendo de la aplicación en desarrollo (Rojas, 2020). Esta investigación se enfoca en los modelos Random Forest y XGBoost para la previsión del consumo de energía.

1.1.1 Random Forest (RF)

RF es un modelo de predicción de conjunto que consta de una colección de diferentes árboles de regresión que se entrenan mediante bagging y selección aleatoria de variables (Ahmad et al., 2018). En la *Figura 1* se presenta el modelo de Random Forest de regresión.

Figura 1

Estructura del Modelo Random Forest Regresor



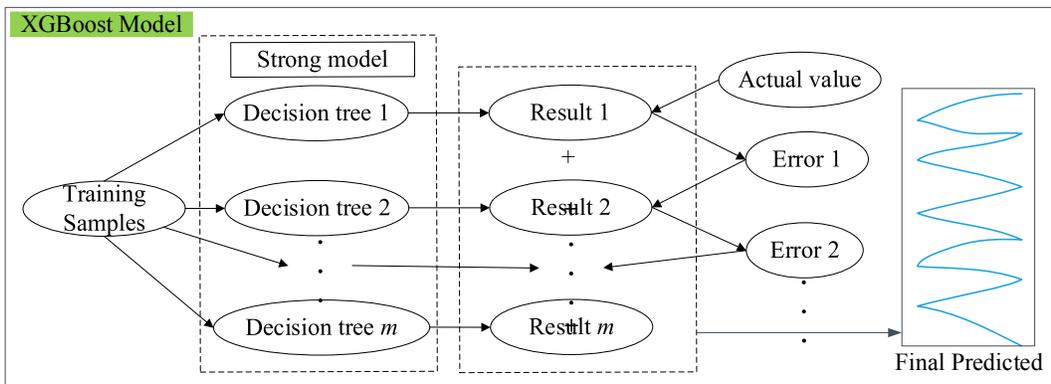
1.1.2 Extreme Gradient Boosting (XGBoost)

El Extreme Gradient Boosting (Refuerzo de Gradientes Extremo) es una técnica reconocida por su capacidad para lograr alta precisión y eficacia al trabajar con datos organizados. Este enfoque opera mediante la técnica de aumento de gradiente, la cual combina árboles de decisión para crear un modelo de conjunto potente (Dhaliwal et al., 2018).

En lugar de crear varios modelos por separado como en el Random Forest, XGBoost construye un solo modelo, pero lo hace en etapas iterativas. En cada iteración se ajusta un nuevo modelo para corregir los errores cometidos por los modelos anteriores (X. Li et al., 2022). En la *Figura 2* se muestra el modelo XGBoost.

Figura 2

Estructura del Modelo XGBoost Regresor



1.1.3 Métricas de evaluación

La tarea clave en esta investigación es la elección de un modelo que tenga la capacidad óptima para predecir resultados en nuevos conjuntos de datos. En este contexto se emplean **métricas ampliamente aceptadas** para la evaluación de los modelos de regresión. Dichas métricas engloban el error de la raíz cuadrada de la media (RMSE), que evalúa la variabilidad entre valores reales y pronosticados, y el error porcentual absoluto medio (MAPE), que cuantifica el error porcentual entre los valores reales y predichos del modelo (Banik et al., 2021). En las Ecuaciones (1) y (2) del RMSE y MAPE se presentan en las Ecuaciones (1) y (2), respectivamente.

Error de la raíz cuadrada de la media (RMSE):

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad (1)$$

Error porcentual absoluto de la media (MAPE):

$$MAPE = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i}}{n} \right) * 100 \quad (2)$$

Donde n es el número de datos, y_i es la carga actual en el instante i , y \hat{y}_i es la carga pronosticada en el instante i .

1.2 Problemática

Hoy en día, la planificación eficiente para la generación y transmisión de energía es crucial para evitar apagones o racionamientos, situaciones que lamentablemente están ocurriendo actualmente en el país. Contar con mecanismos de previsión de energía mediante técnicas de aprendizaje automático se presenta como una alternativa valiosa. La disponibilidad de datos históricos de consumo permite establecer una estructura sólida para la producción y transmisión de energía, respaldando así la implementación de técnicas avanzadas de aprendizaje automático. Entre estas técnicas se destacan algoritmos como Random Forest y XGBoost, que aprovechan la diversidad de múltiples modelos para mejorar significativamente la precisión y robustez de las predicciones. Random Forest se centra en la creación de un conjunto independiente de árboles y promedia sus predicciones, mientras que XGBoost emplea boosting secuencial para ajustar un solo modelo a lo largo de múltiples iteraciones y corregir errores de manera eficaz.

En el contexto de la previsión de la demanda de energía eléctrica en el cantón Salcedo, Ecuador se utilizan datos recopilados desde enero de 2017 hasta diciembre de 2022. Este estudio se enfoca en los clientes residenciales de las seis parroquias del cantón: San Miguel, Antonio José Holguín (Santa Lucía), Cusubamba, Mulalillo, Mulliquindil (Santa Ana), y Panzaleo. El objetivo principal es evaluar la efectividad de las técnicas Random Forest (RF) y XGBoost en la previsión del consumo de energía a lo largo de una proyección de un año.

Las siguientes secciones de la investigación están organizadas de la siguiente manera. En la sección II se describen los datos empleados y el método aplicado para la generación y comparación de modelos de pronóstico. Luego, en la sección III se presentan resultados y comparaciones entre los modelos elaborados. Finalmente, en la sección IV se exponen las respectivas conclusiones.

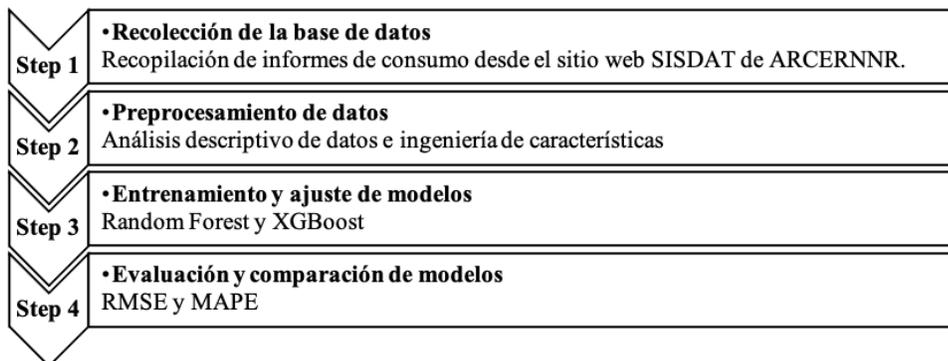
Metodología

En esta sección se proporciona una descripción detallada del enfoque metodológico empleado en la previsión del consumo de energía en el cantón Salcedo. La estrategia adoptada sigue la metodología de la Estructura de Descomposición del Trabajo (WBS, por sus siglas en inglés), que facilita la división de proyectos en componentes individuales (Mañay Chochos et al., 2022).

La metodología se divide en diversas etapas: recopilación de información desde bases de datos, preprocesamiento de datos, entrenamiento de modelos, ajuste de modelos y evaluación. La *Figura 3* ilustra el procedimiento del estudio, presentando los pasos a seguir en el proceso de previsión del consumo energético.

Figura 3

Metodología Propuesta para la Previsión de Consumo Energético

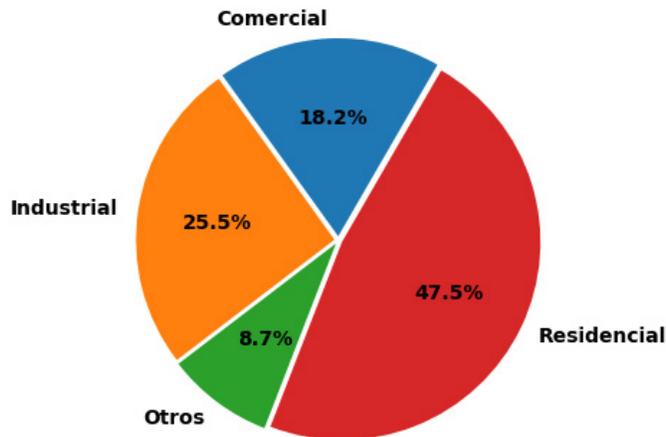


2.1 Recolección de la base de datos

En este estudio se utilizan informes mensuales que contienen datos de clientes regulados sobre el consumo energético en las parroquias del cantón Salcedo. El conjunto de informes abarca desde enero de 2017 hasta diciembre de 2022. En la *Figura 4* se presentan los porcentajes de consumo correspondientes a cada tipo de cliente en el cantón, destacando que el cliente residencial registra el mayor consumo, alcanzando el 47.5% en las parroquias. Estos informes están disponibles en el portal web de la Sistematización de Datos del Sector Eléctrico (SISDAT) de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARCERNNR), una entidad gubernamental ecuatoriana (ARCERNNR, 2023).

Figura 4

Segmentación por Porcentajes del Consumo en el Cantón



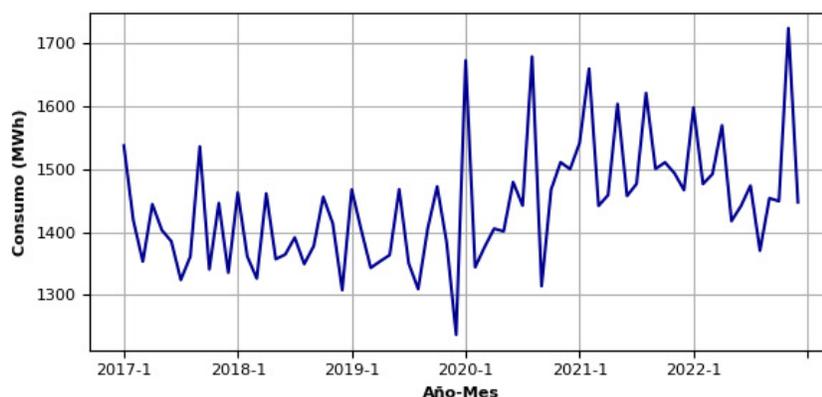
2.2 Preprocesamiento de datos

Se creó una matriz multidimensional que cuenta con un total de $n = 432$ muestras y $p = 6$ características, que abarcan aspectos como año, mes, parroquia, número de clientes, energía consumida y facturación (Carrillo et al., 2023).

Se llevó a cabo la depuración de registros que contenían valores iguales o inferiores a cero. Respecto a las variables categóricas, se aplicó la técnica de etiquetado numérico a la columna Mes (1 a 12), y para Parroquia se empleó la estrategia de codificación One Hot Encoding para lograr la estandarización necesaria (Guachimboza-Davalos et al., 2021; Rosero-Garcia et al., 2021). Después de completar la depuración se mantuvo el tamaño original de la matriz. La *Figura 4* presenta la tendencia de consumo a lo largo del período de estudio de los clientes residenciales en el cantón Salcedo.

Figura 5

Tendencia del Consumo Eléctrico Período: 2017-1 a 2022-12



2.3 Modelos de pronóstico: entrenamiento y evaluación

En esta fase se proporcionarán detalles sobre los segmentos empleados, tanto en el entrenamiento como en la evaluación de los modelos. La implementación de dichos modelos se llevó a cabo utilizando Python junto con la biblioteca Scikit-learn. Es importante señalar que los registros mensuales abarcan un periodo de seis años, desde enero de 2017 hasta diciembre de 2023. El enfoque central de la investigación se centra en la predicción del consumo eléctrico en el cantón Salcedo, específicamente en sus seis parroquias.

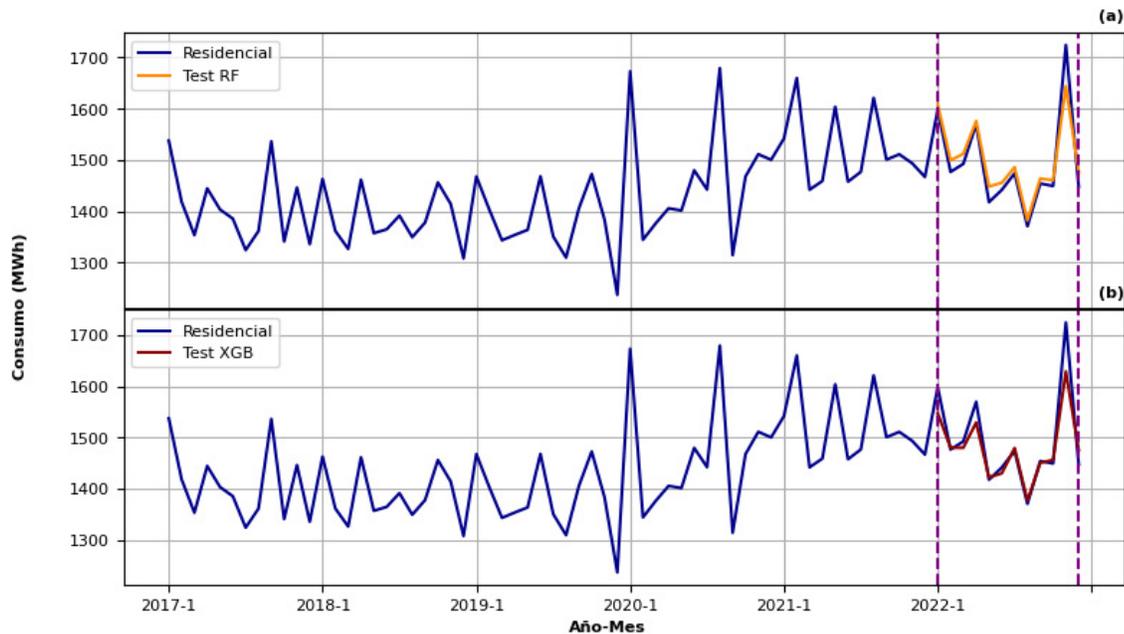
En la etapa de entrenamiento se seleccionaron datos comprendidos entre enero de 2017 y diciembre de 2021, reservando los datos correspondientes al año 2022 para la fase de prueba. Cinco predictores, a saber, año, mes, parroquia, número de clientes y facturación fueron elegidos como características independientes para el entrenamiento de los modelos. En este contexto, la columna de Energía Consumida se designa como la variable dependiente.

Para estructurar el modelo de entrenamiento tanto para Random Forest como para XGBoost, es necesario invocar inicialmente a las clases RandomForestRegressor y XGBRegressor, respectivamente. Durante este proceso se ajustan hiperparámetros cruciales, como el número de estimadores (`n_estimators`). Además, para mejorar la reproducibilidad de los resultados y garantizar un ajuste más estable del algoritmo, se establece el parámetro `random_state` en 42.

Con el propósito de identificar el modelo que mejor se ajuste y logre el RMSE y MAPE más bajos, se emplea una transformación utilizando el escalador MinMaxScaler para ajustar las observaciones en un rango de $[-1, +1]$ para Random Forest y $[0, +1]$ para XGBoost, con el fin de mejorar el desempeño del modelo. Se observa que se alcanza el mejor rendimiento en la reducción de MAPE y RMSE mediante un árbol que consta de 500 estimadores. La *Figura 6* presenta una comparación gráfica entre los valores reales y las predicciones del consumo de energía para ilustrar estos resultados.

Figura 6

Modelos de Pronóstico con Random Forest y XGBoost



Resultados

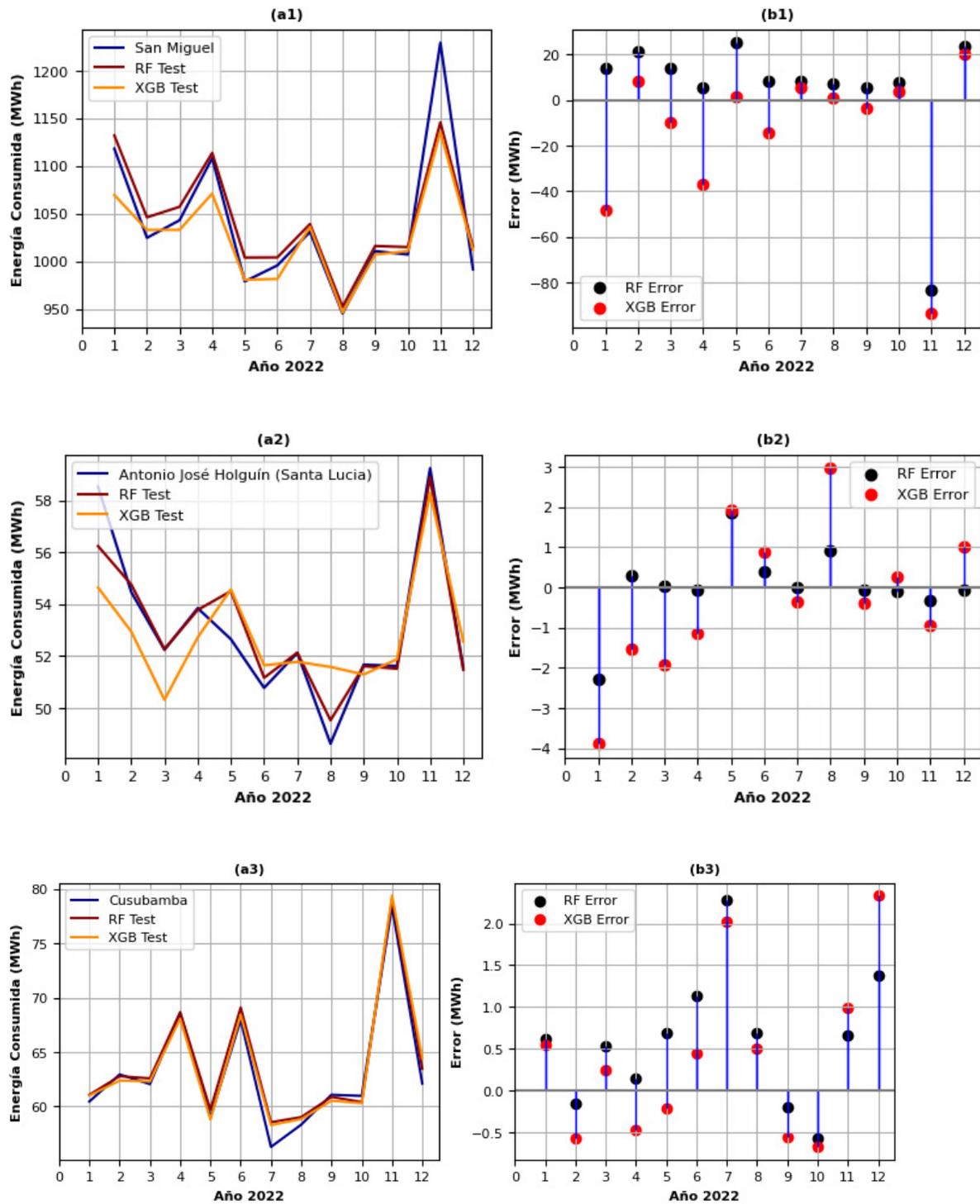
En esta sección, se presentan los resultados detallados sobre el rendimiento de las técnicas Random Forest y XGBoost en la tarea de prever el consumo de energía eléctrica en el cantón Salcedo.

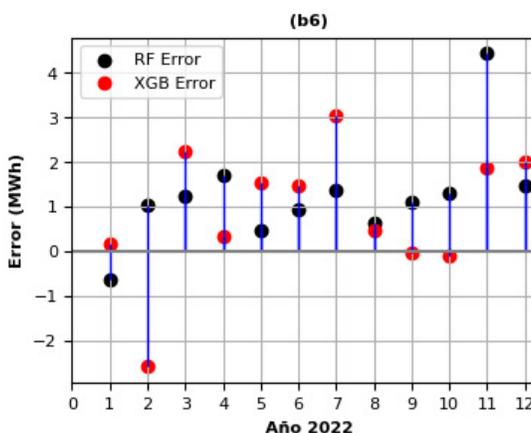
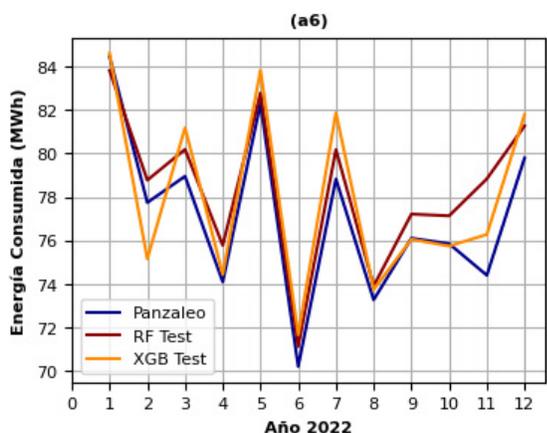
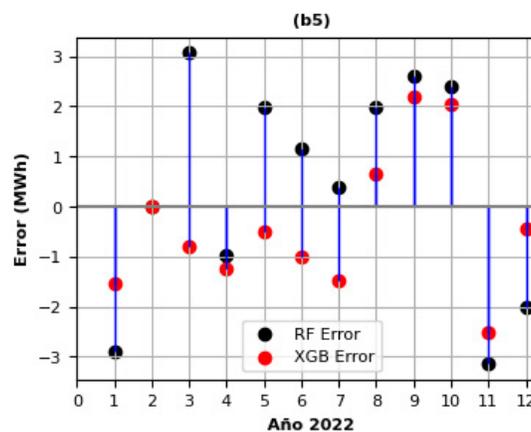
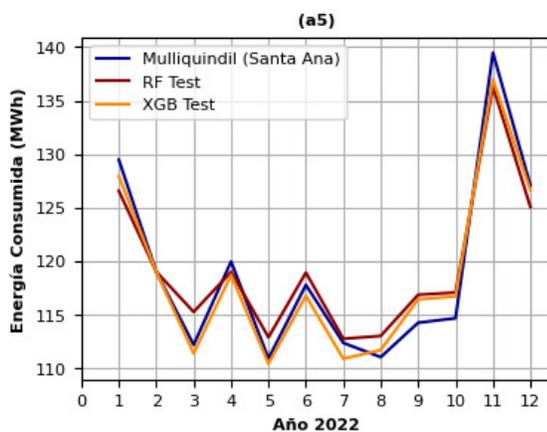
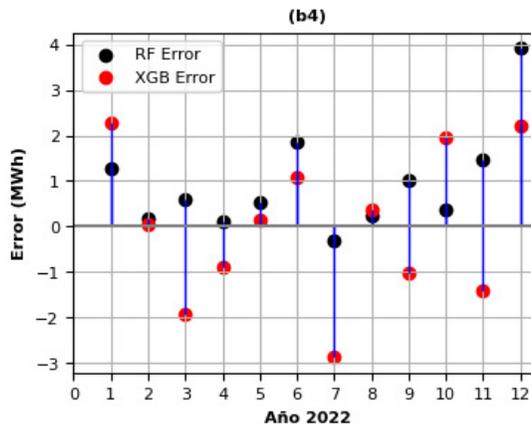
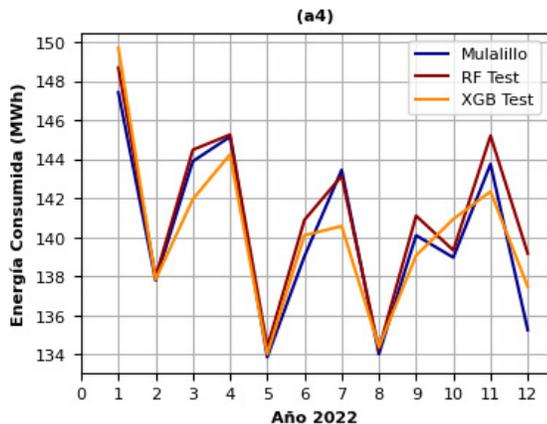
3.1 Resultados de pronóstico

Las Figuras 7(a) presentan el rendimiento de los modelos Random Forest y XGBoost mediante la comparación de las convergencias entre el consumo real y las predicciones generadas para cada una de las parroquias del cantón Salcedo. Por otro lado, las Figuras 7(b) muestran los errores de predicción por mes, proporcionando así una evaluación detallada que facilita la identificación del modelo óptimo para pronosticar el consumo eléctrico.

Figura 7

Rendimiento de Aprendizaje Automático por Parroquia en Salcedo





Una vez completada la metodología de entrenamiento y evaluación, utilizando ambas técnicas de aprendizaje automático, se llevó a cabo una validación conjunta mediante métricas como el error de la raíz cuadrática de la media (RMSE) y el error porcentual absoluto medio (MAPE). Esta validación permitió determinar el modelo más adecuado para predecir con precisión el consumo eléctrico.

La *Tabla 1* presenta una comparación detallada de los mejores resultados de RMSE y MAPE entre los modelos Random Forest y XGBoost para las diferentes parroquias del cantón Salcedo, utilizando los datos de prueba correspondientes al horizonte de predicción al año 2022. Se observa que al evaluar el RMSE y MAPE, se encontró que Random Forest mostró un ajuste más adecuado en la previsión del consumo eléctrico en general.

Tabla 1

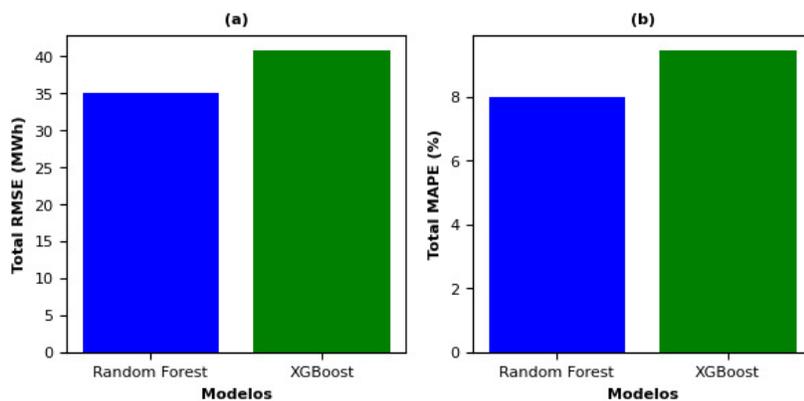
Rendimiento de los Modelos por Grupos de Consumo

Técnicas de aprendizaje automático	Random Forest		XGBoost	
Parroquias	RMSE	MAPE	RMSE	MAPE
San Miguel	27857.75	1.715	33328.98	1.836
Antonio José Holguín (Santa Lucía)	905.21	0.980	1775.84	2.678
Cusubamba	950.22	1.228	1027.47	1.283
Mulalillo	1429.02	0.706	1612.59	0.957
Mulliquindil (Santa Ana)	2135.16	1.576	1411.62	1.001
Panzaleo	1680.45	1.78	1667.40	1.706

En la *Figura 8* se presenta el error absoluto total (RMSE) y el error porcentual total (MAPE), destacando que el Modelo Random Forest mostró un rendimiento superior, mientras que el desempeño del Modelo XGBoost fue inferior en comparación. Asimismo, al analizar los errores porcentuales se observa que Random Forest exhibe un rendimiento superior a XGBoost.

Figura 8

Barras de Errores Absolutos y Porcentuales de los Modelos



Conclusiones

En este estudio se abordó la problemática de la previsión del consumo de energía eléctrica en el cantón Salcedo, Ecuador, dada la creciente demanda generada por el desarrollo global y la expansión de tecnologías. Se reconoció la importancia de contar con proyecciones precisas para la gestión eficiente de sistemas eléctricos, permitiendo a las compañías de servicios públicos planificar de manera más efectiva la generación y distribución de energía.

En respuesta a esta necesidad se exploraron y compararon dos técnicas de aprendizaje automático, Random Forest (RF) y Extreme Gradient Boosting (XGBoost) para la previsión del consumo energético. Estas técnicas demostraron ser valiosas al superar a enfoques tradicionales en escenarios de series temporales impredecibles o inusuales.

La metodología adoptada se basó en la Estructura de Descomposición del Trabajo (WBS), proporcionando una guía clara para la recopilación de datos, el preprocesamiento, el entrenamiento de modelos y la evaluación. Los datos utilizados abarcaron desde enero de 2017 hasta diciembre de 2022, centrándose en clientes residenciales de seis parroquias del cantón Salcedo.

Durante la fase de entrenamiento se seleccionaron cinco predictores claves: año, mes, parroquia, número de clientes y facturación. Ambos modelos, Random Forest y XGBoost, fueron entrenados y evaluados con el objetivo de identificar el mejor rendimiento en la predicción del consumo eléctrico.

Los resultados revelaron que Random Forest exhibió un rendimiento superior en términos de RMSE y MAPE en comparación con XGBoost para todas las parroquias evaluadas en el año 2022. Este hallazgo sugiere que, en el contexto de este estudio, Random Forest podría ser la elección preferida para la previsión del consumo eléctrico en el cantón Salcedo.

Estos resultados tienen implicaciones significativas para la planificación y gestión eficiente de la generación y transmisión de energía eléctrica en la región. Al adoptar técnicas avanzadas de aprendizaje automático, las empresas y autoridades locales pueden mejorar la precisión de las predicciones, contribuyendo así a evitar situaciones críticas como apagones o racionamientos.

Por último, resulta relevante subrayar que tanto Random Forest, como XGBoost, exhibieron una destacada habilidad para detectar patrones de comportamiento atípicos en los conjuntos de datos de entrenamiento en los diversos grupos de consumo. No obstante, se enfatiza la importancia de considerar para futuras investigaciones la incorporación de variables climáticas, factores estacionales, días festivos y tendencias de consumo a lo largo del tiempo. Esta adición potencial de variables podría resultar en mejoras significativas en la precisión de los modelos predictivos.

Referencias

- Ahmad, M. W., Reynolds, J., & Rezgui, Y. (2018). Predictive modelling for solar thermal energy systems: A comparison of support vector regression, random forest, extra trees and regression trees. *Journal of Cleaner Production*, 203, 810–821. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.08.207>
- ARCERNNR. (2023). Reportes de Información Estadística del Sector Eléctrico. *SISDAT*. <http://reportes.control-recursosyenergia.gob.ec/>
- Banik, R., Das, P., Ray, S., & Biswas, A. (2021). Prediction of electrical energy consumption based on machine learning technique. *Electrical Engineering*, 103(2), 909–920. <https://doi.org/10.1007/S00202-020-01126-Z/METRICS>
- Bedi, J., & Toshniwal, D. (2019). Deep learning framework to forecast electricity demand. *Applied Energy*, 238, 1312–1326. <https://doi.org/10.1016/J.APENERGY.2019.01.113>
- Carrillo, D. B., Pazuña, W. P., & Quinatoa, C. I. (2023). Forecasting Energy Consumption in the Chimborazo Province, Ecuador, Using Random Forest and XGBoost Algorithms. 2023 1st International Conference on Advanced Engineering and Technologies, ICONNIC 2023 - Proceeding, 66–72. <https://doi.org/10.1109/ICONNIC59854.2023.10467276>
- Dhaliwal, S., Nahid, A.-A., & Abbas, R. (2018). Effective Intrusion Detection System Using XGBoost. *Information*, 9(7). <https://doi.org/10.3390/info9070149>
- Guachimboza-Davalos, J. I., Llanes-Cedeño, E. A., Rubio-Aguilar, R., Peralta-Zurita, D., & Núñez-Barrionuevo, O. (2021). Prediction of Monthly Electricity Consumption by Cantons in Ecuador Through Neural Networks: A Case Study. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1273 AISC, 28–37. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59194-6_3/COVER
- Li, R., Jiang, P., Yang, H., & Li, C. (2020). A novel hybrid forecasting scheme for electricity demand time series. *Sustainable Cities and Society*, 55, 102036. <https://doi.org/10.1016/J.SCS.2020.102036>
- Li, X., Ma, L., Chen, P., Xu, H., Xing, Q., Yan, J., Lu, S., Fan, H., Yang, L., & Cheng, Y. (2022). Probabilistic solar irradiance forecasting based on XGBoost. *Energy Reports*, 8, 1087–1095. <https://doi.org/10.1016/J.EGYR.2022.02.251>
- Mañay, E., Chiliquinga, M., Taco, H., y Moreno, M. (2022). Sistema de Internet de las cosas para el monitoreo del índice ultravioleta en la comunidad de Chirinche Bajo. *REVISTA ODIGOS*, 3(2), 9–25. <https://doi.org/10.35290/RO.V3N2.2022.595>

- Mañay, E., Martínez, D., Chiliquinga, M., Criollo, V., Rivera, E., & Toasa, R. (2022). Low-cost deep learning-based architecture for detecting cardiac arrhythmias in ECG signals. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI, 2022-June*. <https://doi.org/10.23919/CISTI54924.2022.9820243>
- Mir, A., Alghassab, M., Ullah, K., Khan, Z., Lu, Y., & Imran, M. (2020). A Review of Electricity Demand Forecasting in Low and Middle Income Countries: The Demand Determinants and Horizons. *Sustainability, 12*(15), 5931. <https://doi.org/10.3390/SU12155931>
- Rojas, E. (2020). Machine Learning: análisis de lenguajes de programación y herramientas para desarrollo. *Risti, E28*, 586–599.
- Rosero-Garcia, J., Llanes-Cedeño, E., Arciniega-Rocha, R., & López-Villada, J. (2021). Analysis of Prediction and Clustering of Electricity Consumption in the Province of Imbabura-Ecuador for the Planning of Energy Resources. *Intelligent Computing - Proceedings of the 2021 Computing Conference*, 1073–1084. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80126-7_75/COVER
- Ruiz-Abellón, M. D., Gabaldón, A., & Guillamón, A. (2018). Load Forecasting for a Campus University Using Ensemble Methods Based on Regression Trees. *Energies, 11*(8). <https://doi.org/10.3390/en11082038>
- Shin, S.-Y., & Woo, H.-G. (2022). Energy Consumption Forecasting in Korea Using Machine Learning Algorithms. *Energies, 15*(13). <https://doi.org/10.3390/en15134880>



Copyright (2024) © Oscar Fabricio Chicaiza Yugcha, Carlos Julio Martínez Guaman, Israel Antonio Orozco Manobanda, Ángel Danilo Arellano Castro



Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons](#) 4.0.

Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento — remezclar, transformar y crear a partir del material—para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de Atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios.

Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) – [Texto completo de la licencia](#)

Sistema de control de recursos utilizando código QR mediante aprendizaje supervisado, implementando una plataforma web para la gestión de bienes informáticos

Resource control system using QR code through supervised learning, implementing a web platform for the management of IT assets

Fecha de recepción: 2023-08-03 • Fecha de aceptación: 2023-10-03 • Fecha de publicación: 2024-02-10

Victor Alfonso Cusco Vinuesa¹

Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, Ecuador

vacusco@espe.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-2373-2995>

Doris Karina Chicaiza Angamarca²

Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, Ecuador

dkchicaiza@espe.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-1458-8274>

Luis Rene Quisaguano Collaguazo³

Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador

luis.quisaguano1@utc.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-1345-0898>

Geovanny Euclides Silva Peñafiel⁴

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador

geovanny.silva@esepoch.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-1069-4574>

RESUMEN

Este artículo presenta un sistema innovador de control de recursos basado en códigos QR y aprendizaje supervisado, diseñado para la gestión eficiente de bienes informáticos en el área de soporte técnico y dirección de tecnologías de información y comunicación. La cual se implementó como herramienta de soporte que contribuya a la gestión y control de información de las características de un equipo de cómputo mediante la generación de reportes en el sistema y la generación de códigos QR que permitirá visualizar información en un dispositivo móvil. La investigación buscará contribuir al proceso de mantenimiento correctivo de los equipos de cómputo mediante la aplicación de técnicas de aprendizaje supervisado y el algoritmo del vecino más cercano, por el cual el sistema identificará un alto consumo de CPU y memoria RAM. Ello dará como resultado la generación de alertas al correo electrónico que notificará el estado actual del equipo y generará turnos de mantenimiento que permitan al área de soporte técnico generar un historial de acciones que preservará el buen estado y el funcionamiento de un equipo de cómputo. .

PALABRAS CLAVE: inventario, mantenimiento, codificación, aprendizaje móvil, enseñanza asistida por ordenador

ABSTRACT

This article presents an innovative resource control system based on QR codes and supervised learning, designed for the efficient management of computer assets in the area of technical support and management of information and communication technologies. It was implemented as a support tool that contributes to the management and control of information on the characteristics of a computer equipment through the generation of reports in the system and the generation of QR codes that will allow the visualization of information on a mobile device. The research will seek to contribute to the corrective maintenance process of computer equipment through the application of supervised learning techniques and the nearest neighbor algorithm through which the system will identify high consumption of CPU and RAM memory resulting in the generation of email alerts that will notify the current status of the equipment and generate maintenance shifts that will allow the technical support area to generate a history of actions that will preserve the good condition and operation of a computer equipment..

KEYWORDS: inventory, maintenance, coding, mobile learning, computer-assisted instruction

Introducción

Aplicar tecnologías vinculadas a la inteligencia artificial permite el mejoramiento en el proceso de análisis y aplicación de las diferentes herramientas tecnológicas referentes a la inteligencia artificial (Moreno, 2019; Martínez, 2022; Ynfante et al., 2022).

El *machine learning* utiliza algoritmos para permitir que las computadoras reconozcan patrones de grandes cantidades de datos y puedan realizar predicciones (lo que se conoce como análisis predictivo) (Luna, 2022).

Actualmente el uso de diferentes herramientas, ligadas a la inteligencia artificial, permiten que se puedan generar alertas, de acuerdo a un aprendizaje realizado automáticamente (Landín et al., 2022), la técnica de vecino más cercano es una de las más utilizadas, pues permite recopilar información que sea útil, de acuerdo a las diferentes aplicaciones que se estén realizando (Calderón y Prada, 2021).

La presente investigación tiene como finalidad desarrollar un sistema de gestión de inventario de los bienes informáticos existentes, mediante un plan de mantenimiento vigente en el área de soporte técnico, ha servido como herramienta de soporte que contribuya a la gestión y control de información general de las características de un equipo de cómputo, el funcionario y el departamento en donde se encuentren, el sistema mediante la generación de código QR.

El desarrollo de la investigación busca contribuir al proceso de mantenimiento correctivo de los equipos de cómputo mediante la aplicación de técnicas de aprendizaje supervisado y el algoritmo del vecino más cercano, en el cual, el sistema identificará un alto consumo de CPU y memoria RAM, dando como resultado la generación de alertas al correo electrónico que describa el estado actual del equipo de cómputo y creará turnos que permita al encargado del área de soporte técnico generar un historial de acciones que tienen como fin preservar el estado y el funcionamiento de un equipo de cómputo.

Para el desarrollo e implementación de la investigación se ha seleccionado la metodología SCRUM, al ser la más utilizada, también definida en los requerimientos del cliente, misma que ha permitido generar un marco de gestión ágil del proyecto; la metodología ha permitido la interacción con el área de soporte técnico y dirección de tecnologías de información y comunicación. El desarrollo del proyecto utilizando SCRUM ha facilitado la comprensión del avance del sistema hasta su implementación y así poder considerar posibles cambios que determine con cada presentación (Aguilar, 2021).

Las herramientas de desarrollo JavaScript, MariaDB y Python facilitan la implementación de funcionalidades que dan como resultado la visualización, análisis y aplicación de técnicas de mantenimiento que permitan mejorar la gestión y control del estado de un bien informático (Cañas y Muñoz, 2022).

1.1 Trabajos preliminares

Las empresas, organizaciones y entidades educativas se han actualizado al uso de herramientas tecnológicas que permitan automatizar los procesos internos de actividades laborales y mejorar la operatividad (Muñoz y Cárdenas, 2021). Los departamentos de tecnologías y sistemas generan programas de mantenimiento de estrategias de confiabilidad del rendimiento de un equipo de cómputo (Loza, 2017).

Diversas entidades están implementando procesos tecnológicos que permitan controlar el inventario de equipos tecnológicos, gestionando procesos que generan demoras, daños de bienes e insuficiencias en la asignación de responsabilidades a los custodios (Castrillón et al., 2021).

Tomando como referencia el Estándar de Control Interno de la Unidad de Tecnologías de la Información, solicitan a las organizaciones mejorar el mantenimiento y uso de los activos de tecnología, tanto de *hardware* como de *software*, con procesos que soporten la seguridad de los dispositivos de cómputo Cuenca et al., 2019).

Metodología

La investigación se ha desarrollado mediante la aplicación de los siguientes materiales y métodos explicados en los apartados siguientes.

Aplicar la investigación exploratoria tiene como objetivo la formulación de un problema para posibilitar una investigación más precisa (Nieto, 2018). El área de soporte técnico tiene como objetivo obtener una visión general de sus procesos de gestión de control y mantenimiento de bienes informáticos. La aplicación de la investigación exploratoria ha permitido fraccionar el problema existente en el departamento, ya que dicha investigación es aplicable con la finalidad de generar criterios y dar prioridad a algunos entornos con problemas destacables.

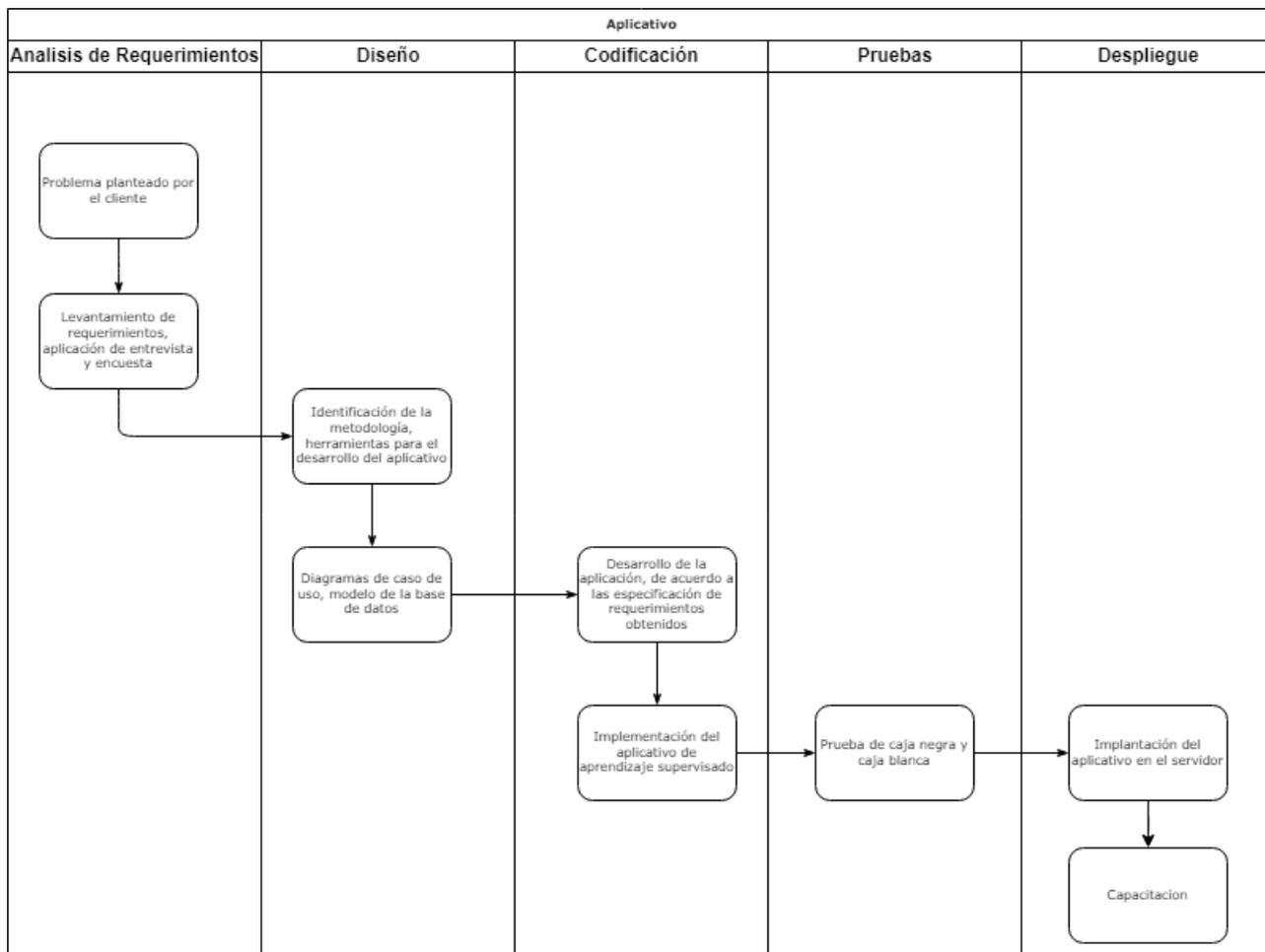
Se ha aplicado la investigación de campo con la finalidad de recopilar información de diferentes medios de extracción de información primaria sobre los procesos de gestión y mantenimiento de bienes informáticos, el cual para aplicar dicha investigación fue necesario visitar concurrentemente al área de soporte técnico y dirección de tecnologías de información y comunicación para generar una entrevista y observaciones del problema de investigación.

2.1. Procedimiento

La realización del sistema de control de recursos utilizando código QR mediante aprendizaje supervisado, inicia con el proceso de obtener los diferentes requerimientos necesarios para desarrollar el aplicativo web, implementar un sistema cliente encargado de leer el estado del equipo y enviar esa información al sistema principal para poder realizar la gestión de estos datos.

Figura 1

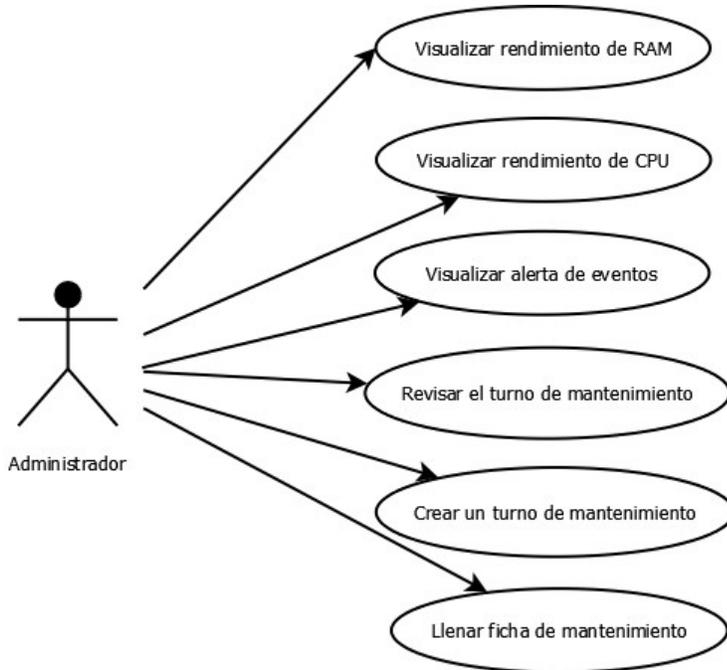
Diagrama de Proceso del Aplicativo



2.1.1 Diagrama de casos de uso

Figura 2

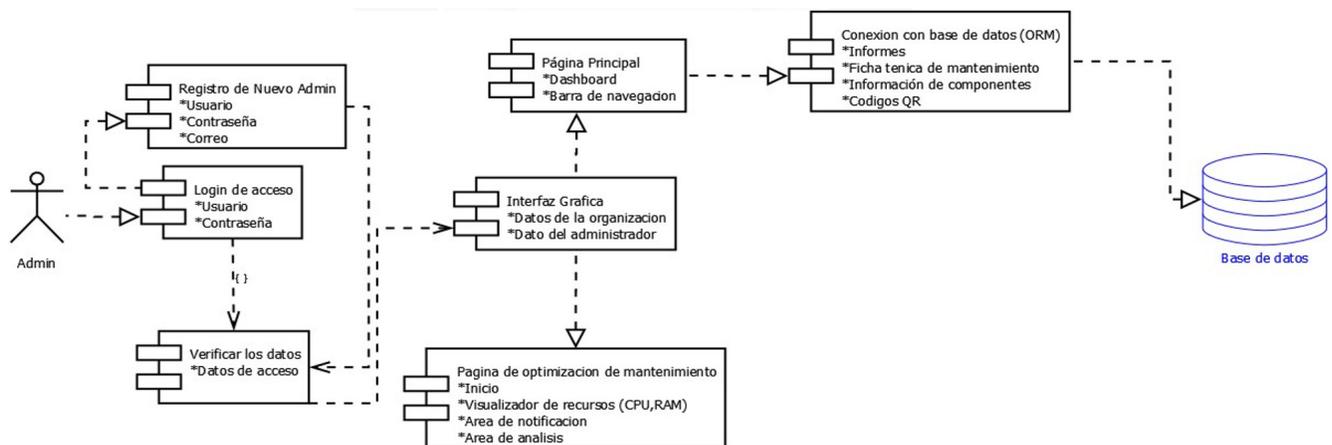
Diagrama de caso de uso de Optimización de Mantenimiento



El siguiente diagrama (ver *Figura 2*) permite visualizar las actividades internas del sistema con base en la optimización de mantenimiento, el mismo que recolectará la información del uso del CPU y la memoria RAM de los bienes informáticos, y permitirá evaluar soluciones de eventos fortuitos.

Figura 3

Componentes del Sistema desde la Perspectiva del Usuario



Para el registro de datos se ha utilizado MariaDB como base de datos, ya que de acuerdo a los requerimientos las herramientas utilizadas son Open Source.

2.2 Diseño de la base de datos

Sobre la base del análisis realizado para la elaboración del proyecto se han destacado una serie de requerimientos no funcionales que tienen relación con el modelo de desarrollo, así como el uso de herramientas que se han visto adecuadas, con el fin de cumplir con los requisitos del sistema.

2.2.1 Modelamiento de datos

Se ha visto la necesidad de modelar los datos partiendo desde el modelo conceptual, iniciando el modelo lógico hasta el modelo físico de la base de datos con el fin de contribuir al proceso de diseño de arquitectura de datos. El modelado de las bases de datos permite con base en el resultado del análisis del requerimiento tener una idea clara de cómo estará estructurado la arquitectura de la base de datos, así como poder establecer cardinalidad basada en un modelo que se oriente desde lo conceptual hasta el físico.

2.3 Desarrollo del sistema

La característica más importante de NodeJS, y que ahora otra serie de lenguajes están aplicando, es la de no ser bloqueante, es decir, si durante la ejecución de un programa hay peticiones que requieren un tiempo para producirse la respuesta, Node no detiene el hilo de ejecución del programa esperando que esa parte acabe, sino que continúa procesando las siguientes instrucciones que no requieren los resultados del proceso lento. Cuando este termina, realiza las instrucciones que fueran definidas para realizar con los resultados recibidos (Rodríguez, 2017).

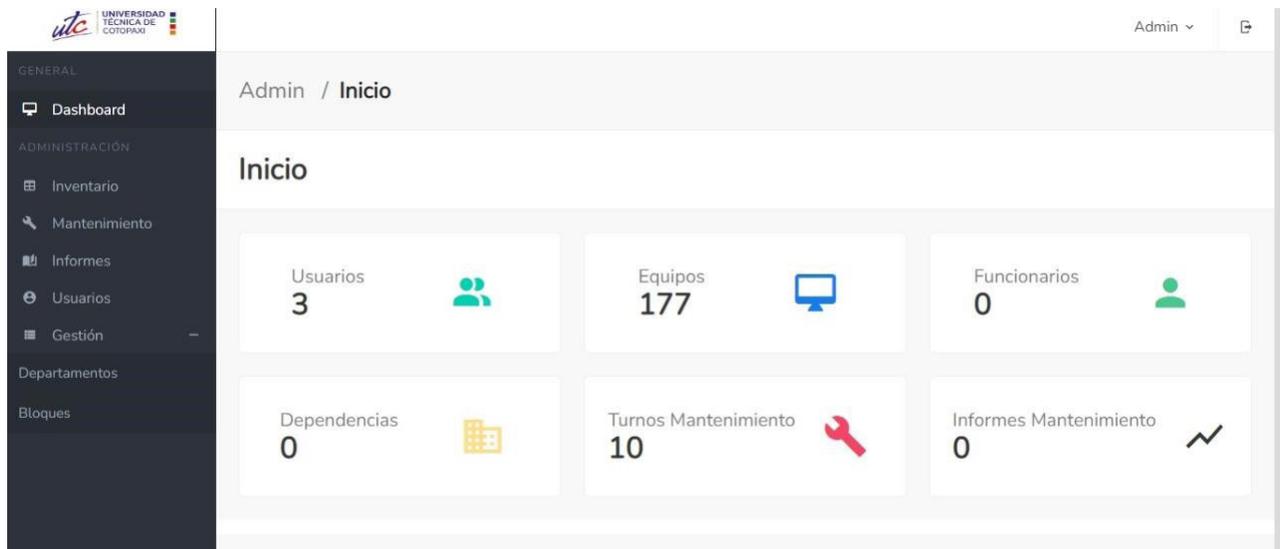
Sobre la base del resultado de la investigación bibliográfica se ha optado por utilizar para el lado del servidor un entorno de ejecución Node JS, que, al trabajar en conjunto, permitirá realizar peticiones asíncronas mediante su naturaleza de responder a través de eventos, Node JS va a poder soportar una gran concurrencia de transferencia de datos debido que delega las peticiones a la base de datos y mientras que la ejecución del sistema sigue en su normalidad sin interrupciones; a esto se lo llama naturaleza asíncrona.

2.3.1 Desarrollo del interfaz del sistema

Para desarrollar el FrontEnd con base en la investigación bibliográfica y al análisis comparativo se ha visto la necesidad de utilizar el Framework Vue.js, el cual permitió durante el proceso de desarrollo generar vistas de usuarios dinámicos que facilitarán la visualización inmediata de datos (ver *Figura 4*).

Figura 4

Interfaz Principal del Sistema



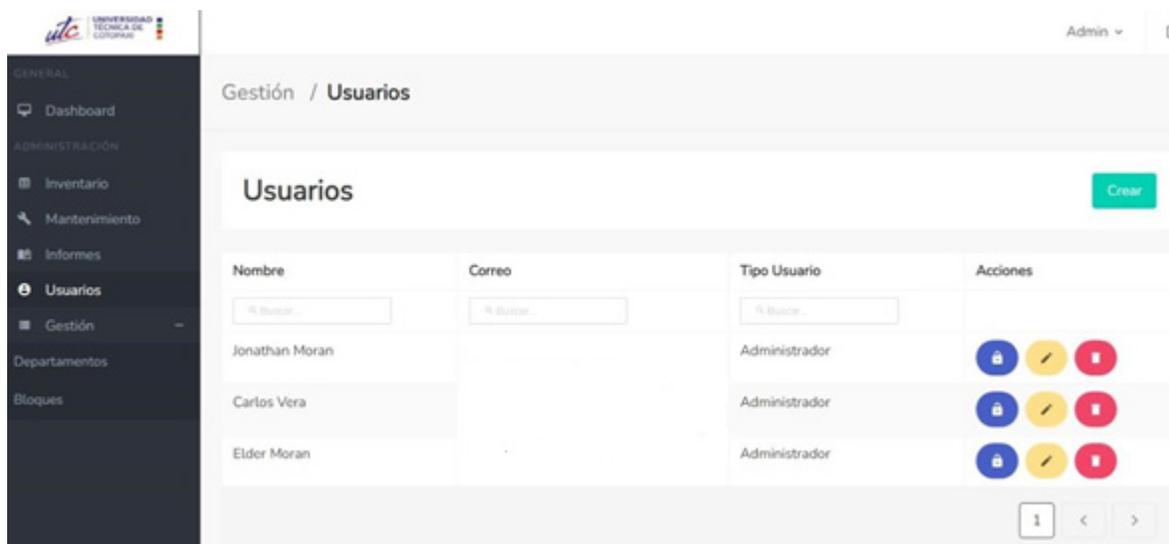
Para el desarrollo del Dashboard se ha optado por trabajar con el Admin One de Buefy, y mostrará modelos de vistas de usuarios, trabajará en conjunto con tecnologías CSS Bulma con Vue JS, debido que se acopla con las necesidades del proyecto, así como también permitirá la interacción *one page* que caracteriza al proyecto como un sistema asíncrono.

a) Módulo gestión de usuario

En la siguiente *Figura 5* se puede visualizar el módulo de usuario representando el diseño y la estructuración de datos e información de usuarios. El administrador podrá visualizar, editar, eliminar a los usuarios que operarán el sistema.

Figura 5

Interfaz del Módulo de Usuario



En este módulo se han definido los diferentes usuarios y su respectivo rol, quienes serán los encargados de monitorear el trabajo del *software* cliente instalado en los equipos de cómputo.

b) Diseño del módulo de aprendizaje supervisado del proyecto

1) DataSets

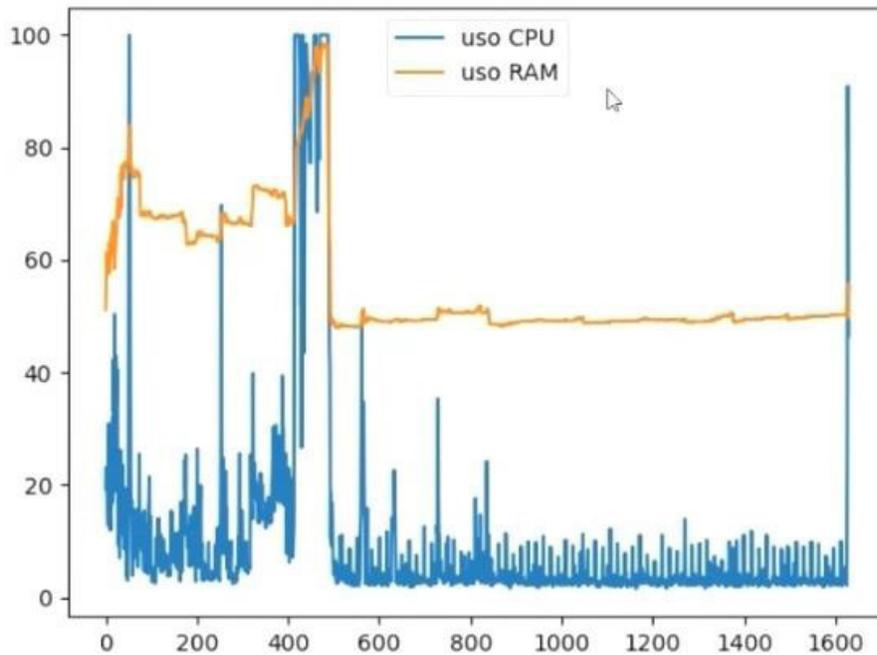
Para el proceso de desarrollo del módulo de control de recursos del *hardware*, del equipo de cómputo, se ha establecido utilizar una técnica de aprendizaje supervisado orientada a la clasificación de datos con la finalidad de permitir al algoritmo aprender a través de una estructura de datos que en conjunto se convierte en información clave.

Razón por la cual se ha visto la necesidad de obtener DataSets que hace referencia a una agrupación de datos estructurados que tiene como finalidad servir como datos de entrenamiento para el algoritmo que se utilizará dentro del aprendizaje supervisado.

Los DataSets se encontrarán creados y diseñados a partir del módulo de recolección de datos del CPU y RAM de los bienes informáticos, dentro del módulo se ejecutarán script que recopilarán los datos como imágenes de líneas de tendencias.

Figura 6

Imagen de un DataSets de los datos de uso de RAM y CPU



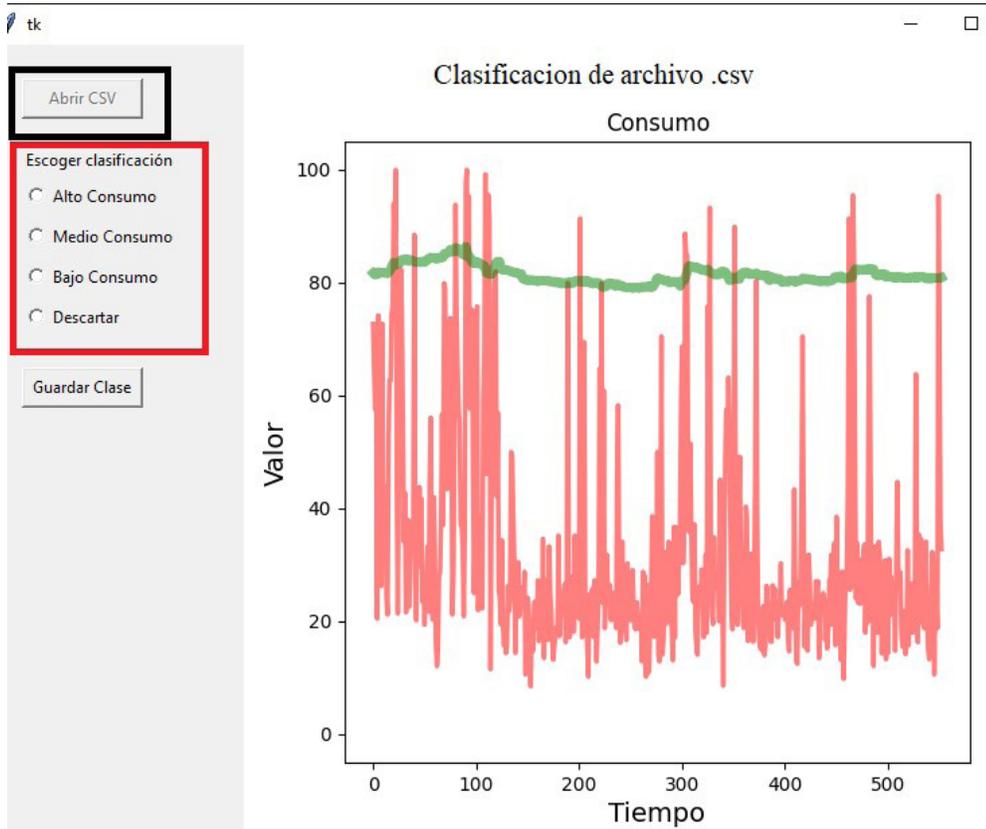
2) Clasificación de los DataSets

En el proceso de desarrollo se ha valorado que la clasificación de los datos con base en el análisis y una previa investigación es indispensable para que el algoritmo aprenda a partir de un orden estandarizado y una clasificación basada en el criterio del programador. Sobre la base del estudio de la factibilidad de la reducción de procesos de clasificación se ha determinado optar por un sistema con interfaz realizada en Python, que permitirá clasificar archivos .csv con el fin de reducir tiempos de clasificación y estimular agilidad basada en la gestión del proceso de desarrollo.

Figura 7*App para la Clasificación de los DataSets*

```
main.py ×
main.py > mclass > moverCSV
23 #self.box = Entry(window)
24 #self.button = Button (window, text="check", command=self.plot)
25
26 self.btnAbrirCSV = Button (window, text="Abrir CSV", command=self.abrirCSV)
27 self.btnAbrirCSV.place(x=25, y=25, width=90, height=30)
28
29 self.btnGuardarClase = Button (window, text="Guardar Clase", command=self.moverCSV)
30 self.btnGuardarClase.place(x=25, y=240, width=90, height=30)
31 # opcion = IntVar() # Como StrinVar pero en entero
32
33 # Radiobutton(self.window, text="Opción 1", variable=opcion,
34 #             value=1, command=self.selec).pack()
35 # Radiobutton(self.window, text="Opción 2", variable=opcion,
36 #             value=2, command=self.selec).pack()
37 # Radiobutton(self.window, text="Opción 3", variable=opcion,
38 #             value=3, command=self.selec).pack()
39 self.labelSeleccionar = Label(self.window, text="Escoger clasificación")
40 self.labelSeleccionar.place(x=25, y=75)
41 self.opcion = IntVar() # Como StrinVar pero en entero
42 self.rB1 = Radiobutton(self.window, text="Alto Consumo", variable=self.opcion,
43 |             |             value=1, command=self.selec)
44 self.rB1.place(x=25, y=100)
45
46 self.rB2 = Radiobutton(self.window, text="Medio Consumo", variable=self.opcion,
47 |             |             value=2, command=self.selec)
48 self.rB2.place(x=25, y=130)
49 self.rB3 = Radiobutton(self.window, text="Bajo Consumo", variable=self.opcion,
50 |             |             value=3, command=self.selec)
51 self.rB3.place(x=25, y=160)
52 self.rB4 = Radiobutton(self.window, text="Descartar", variable=self.opcion,
53 |             |             value=4, command=self.selec)
54 self.rB4.place(x=25, y=190)
```

En la *Figura 7* se puede observar parte de la estructura del código para la generación de una *app* que permita clasificar nuestro DataSets, y a su vez, mediante previo análisis del administrador del área de soporte técnico y dirección de tecnologías de información y comunicación.

Figura 8*Sistema para la Clasificación de los DataSets*

En la *Figura 8* se puede apreciar sobre la clasificación de los archivos .csv que se ha recopilado en el módulo de obtenerMetricas.py, en donde se puede visualizar cómo se obtuvo la imagen de la frecuencia de uso de recursos, archivos .csv que disponen de puntos y referencias que hacen que al mapearlos en la aplicación de clasificación se rediseñen las líneas de frecuencia.

Es importante recalcar que el uso de esta herramienta es únicamente provisional con el fin de reducir tiempos de clasificación y permitir recrear un criterio de caracterización de datos, y tengamos clasificación con la que podamos iniciar el entrenamiento del algoritmo de aprendizaje supervisado.

Bajo el enfoque de aprendizaje supervisado, lo que se ha buscado es que exista la manipulación humana en vista de obtener resultados que se asemejen a la realidad, en este caso, el proyecto se basa en que la clasificación dependerá de los datos de entrada, así como su clasificación bajo un criterio humano.

c) Algoritmo del vecino más cercano

Para el proceso de elaboración de predicciones, basadas en datos que se recopilan mediante un indicador de bienes informáticos, a medida que el proceso de desarrollo ha avanzado se ha

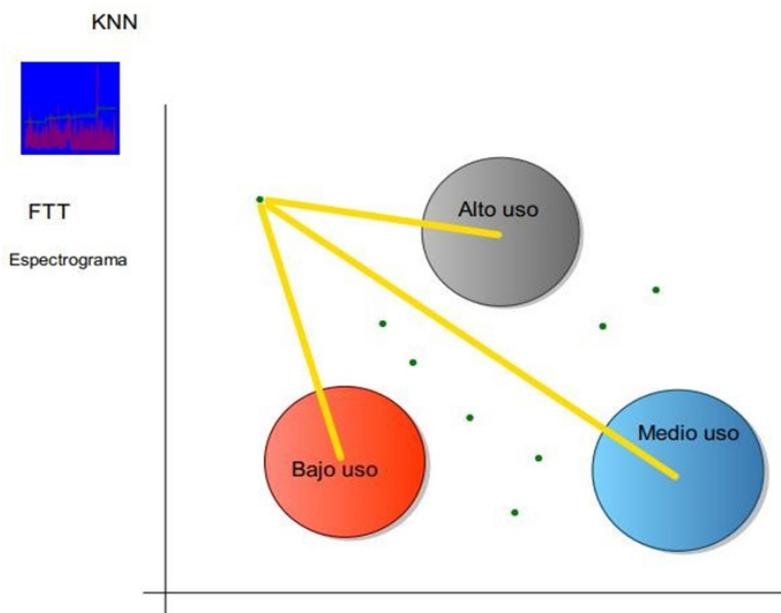
visto la necesidad de ejecutar un módulo de aprendizaje supervisado mediante el algoritmo de clasificación el vecino más cercano (*K Nearest Neighbours*) considerando los siguientes aspectos (Alvarado, 2022).

- Facilidad de implementación.
- Factor tiempo.
- La viabilidad es de un 100%.

El algoritmo del vecino más cercano (*K Nearest Neighbours*) va a permitir reconocer mediante el uso de coordenadas cardinales, una similitud con base en la cercanía de un dato con respecto a un grupo en específico de un punto dado. Es decir, a través de simple geometría se calcula la distancia desde el centro de un conjunto al punto, y en consecuencia se determina a cuál conjunto de datos pertenece esta imagen procesada.

Figura 9

Conceptualización del Vecino más Cercano en Base a la Investigación



Como parámetro principal se ha dispuesto de conjuntos de datos previamente entrenados que tendrán como característica que represente una cantidad del uso de recurso de un bien informático; en la *Figura 9* se puede visualizar como estará dividido: en alto uso, medio uso y bajo uso de los recursos que se usen del bien informático y así poder realizar las predicciones.

Resultados

En este apartado se muestran los resultados obtenidos por medio de la aplicación de los procesos expuestos en el apartado anterior.

3.1 Resultados del sistema

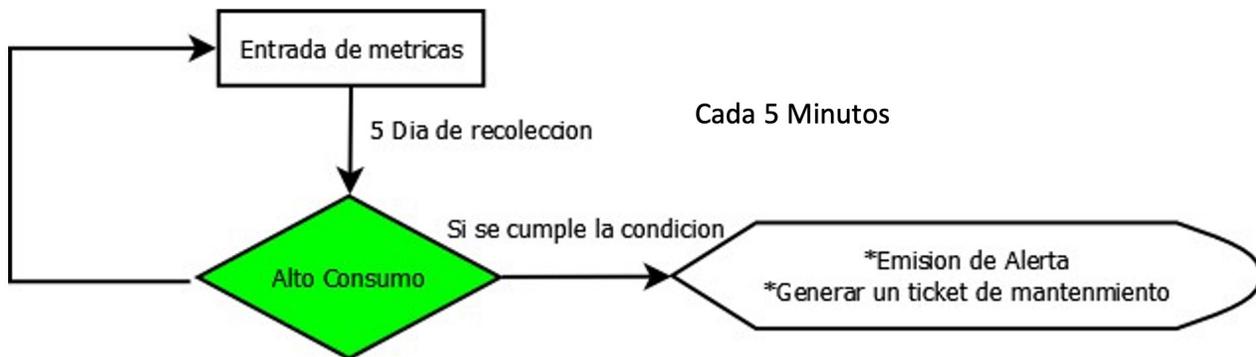
Fue indispensable terminar el módulo del uso de técnicas de aprendizaje supervisado, debido que su importancia y relevancia tomaba como referencia a la estructura del módulo de mantenimiento e informes que procederían como resultados del sistema, evidentemente lo que se ha buscado es terminar todos los módulos del sistema con el fin de poder ordenar, estructurar y compartir la información con base en una herramienta que previamente se había mencionado, el cual es el código QR.

Se ha considerado eliminar y actualizar datos de la tabla métrica aplicando el comando SQL “truncate” y “update”, con la finalidad de eliminar datos innecesarios del proyecto, y que no se almacene de una forma constante, y así permitir un rendimiento estable en la base de datos.

Una de las consideraciones del auxiliar de servicios informáticos es el proceso de rendimiento de un equipo de cómputo, por lo que se ha realizado la evaluación del consumo de rendimiento de CPU y memoria RAM de los bienes informáticos cada 5 minutos, para poder obtener alertas tempranas se notificará el problema al correo del administrador y al dashboard principal del sistema, mediante la librería Socket.IO, con el fin de brindar información detallada del equipo de cómputo y su estado actual para después generar un turno de mantenimiento que permita al técnico gestionar un horario de asistencia técnica que de paso a realizar el mantenimiento correctivo.

Figura 10

Diagrama de flujo de ejecución



Se ha utilizado la herramienta Qrious para el desarrollo de los códigos QR que tendrán como resultado la vista de la información de un bien informático determinado, así como la visualización de la gráfica representativa del uso de CPU y RAM de los bienes informáticos, con la finalidad de servir como información de soporte que contribuya a la toma de decisiones técnicas basadas en la orientación de buscar una solución respecto a un problema que ocurra dentro del *hardware* del bien informático.

También, en vista de poder identificar el trabajo que desempeña el área de soporte técnico y dirección de tecnologías de información y comunicación se ha anexado el historial de

mantenimiento técnico que se realice cada cierto tiempo, dependiendo de las alertas que emita el sistema con base en revisar el alto consumo de recursos.

Figura 11

Características de la Alerta



Alerta de equipo: Alto Consumo

Alerta de Alto consumo

Fecha de notificación: 2022-07-01

Código Institucional Equipo: 701766

Departamento: CIYA

Bloque: Principal

Dirección IP: 192.168.7.1

Causas:

Alta carga de CPU

Alta carga de Memoria RAM

Se recomienda realizar una revisión del estado actual de rendimiento del equipo, estos problemas pueden deberse a factores de hardware o de software.

Gracias por su atención.

En la *Figura 11* se establece un formato que recopila la información que permitirá el origen del problema, el bien informático que ha sido evaluado, causas y recomendaciones: Nombre de la Alerta / Fecha de notificación / Código Institucional del equipo / Departamento / Bloque / Causas / Recomendaciones.

Se genera una alerta que tiene una sola prioridad y una notificación al técnico administrativo, el sistema automatizará un *ticket* de mantenimiento para el posterior análisis y revisión por parte de los encargados del área de soporte técnico y dirección de tecnologías de información y comunicación.

En la *Figura 12* se anexa captura del módulo de mantenimiento y la estructura que complementa, con la finalidad de conocer información primaria acerca del problema y con base en el criterio técnico del administrador del área de soporte técnico y dirección de tecnologías de información y comunicación realizar las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.

Figura 12

Módulo de Turnos de Mantenimiento

Número de Turno	Fecha de Generación	Código Institucional	Departamento	Bloque	Acciones
1	2022-06-29T00:00:00.000Z	UTC0001	Contabilidad	Principal	
20	2022-08-01T04:48:23.000Z	UTC0003	Sistemas	Bloque B	
21	2022-08-01T04:48:23.000Z	UTC0003	Sistemas	Bloque B	
22	2022-08-01T04:48:23.000Z	UTC0003	Sistemas	Bloque B	

3.1.1 Resultados de gestión del sistema

La gestión del mantenimiento correctivo ha permitido llevar un historial de mantenimiento realizado en cada equipo de cómputo, registrando el mantenimiento se puede realizar todo el proceso de control del sistema o de manera manual registrar un turno de mantenimiento, además crear una ficha de mantenimiento (ver *Figura 13* y *Figura 14*) que indique los datos del equipo de cómputo, la gráfica de rendimiento y las actividades que se han realizado.

Figura 13

Ficha de Mantenimiento

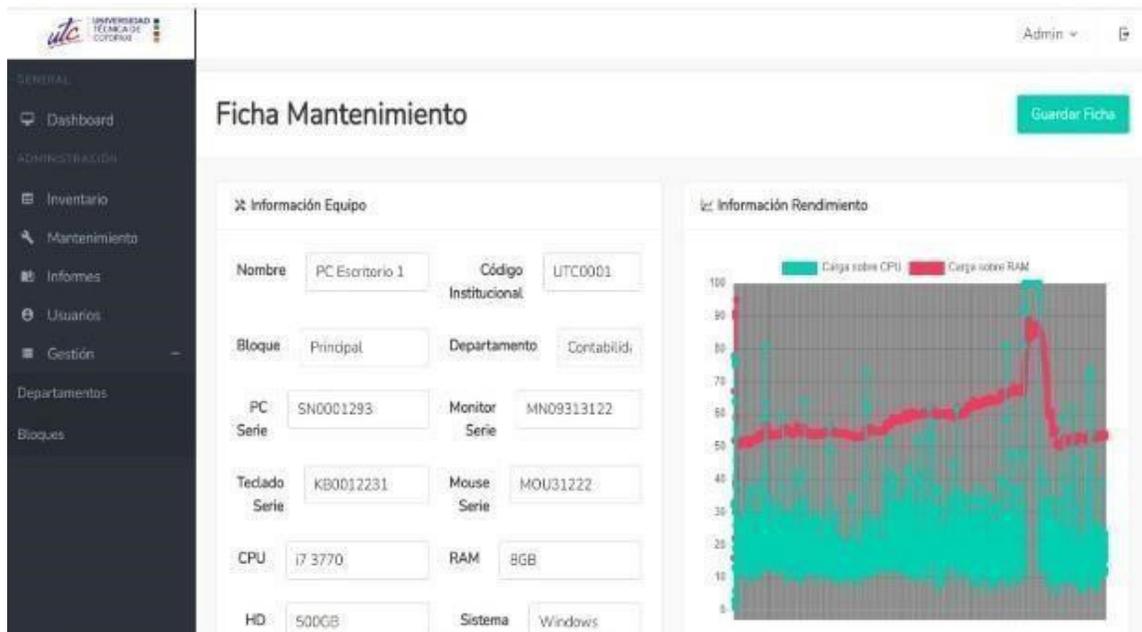


Figura 14

Resultados de Mantenimiento



Las fichas de mantenimiento correctivo de los equipos de cómputo del inventario se pueden visualizar en el módulo de informes, el cual se creará a partir de presionar el botón “observar” del turno de mantenimiento y completar los formularios propuestos. En la *Figura 15* se podrá visualizar las actividades de mantenimiento que se han realizado hasta el momento, dando así una gestión de los equipos en vista de perseverar el buen rendimiento.

Figura 15

Informes de Mantenimiento

Número de Turno	Fecha de Generación	Código Institucional	Departamento	Bloque	Acciones
1	2022-06-29T00:00:00.000Z	UTC0001	Contabilidad	Principal	
2	2022-06-29T00:00:00.000Z	UTC0003	Sistemas	Principal	
3	2022-06-29T00:00:00.000Z	UTC0001	Contabilidad	Principal	
6	2022-07-01T00:00:00.000Z	701719	CIYA	Principal	
7	2022-07-01T00:00:00.000Z	701751	CIYA	Principal	
20	2022-08-01T04:48:23.000Z	UTC0003	Sistemas	Principal	

Un equipo de cómputo puede tener una o más fichas de mantenimiento almacenado dentro de la información del mismo, en la *Figura 16* se puede visualizar su gestión con respecto a la información y el historial de mantenimiento.

Figura 16

Informes de Mantenimiento

Nombre	PC - AULA 3	Código Institucional	2676685
Bloque	Principal	Departamento	AULAS
PC Serie	MXL4290N4T	Monitor Serie	6CM42333GQ
Teclado Serie	BAUDU00VB211JS	Mouse Serie	S/N
CPU	Intel(R) Core(TM) i7-4770 CPU @ 3.	RAM	4 GB
HD	500 GB	Sistema Operativo	Windows 10 64 BITS
Estado	Activo	Dirección IP	192.168.9.81

Código Institucional 2676685

Departamento AULAS



3.2 Resultado del entrenamiento

Los resultados del entrenamiento se basan en la precisión de predecir un suceso que acontece con base en el consumo de recursos que se encuentren registrados en el sistema. Cuando se obtuvo los datos clasificados del DataSets se pudo evidenciar la necesidad de establecer la

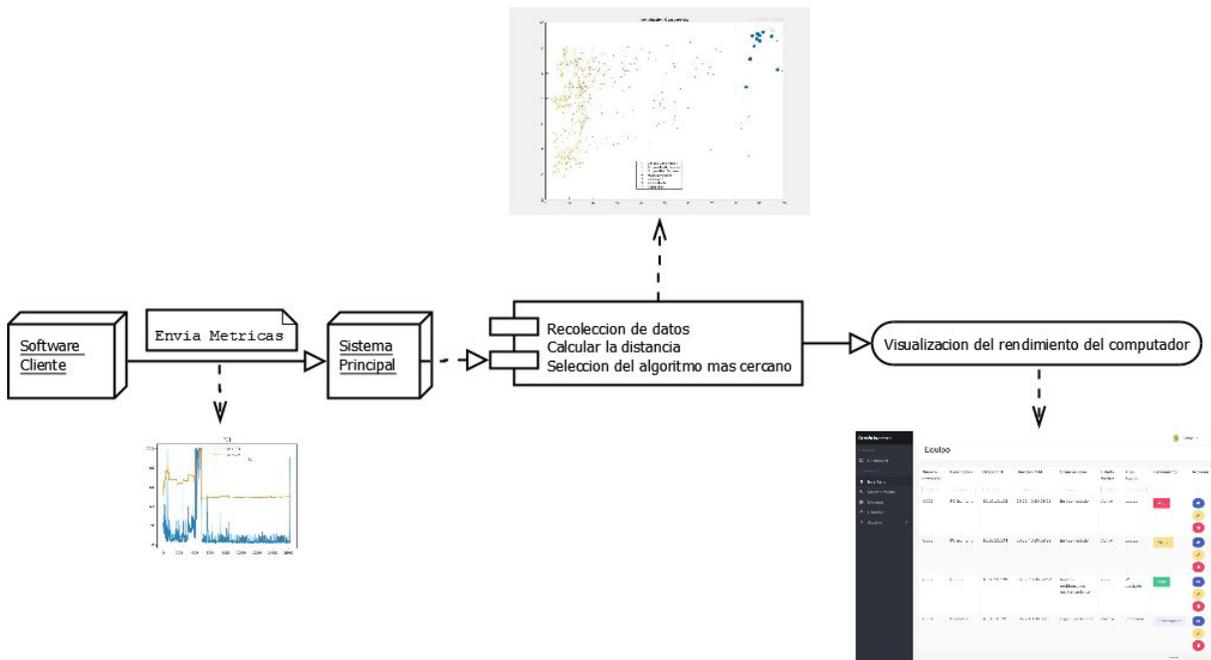
clasificación entre un bajo, medio y alto consumo recursos en el plano cartesiano basados en un criterio determinado.

El sistema deberá registrar el consumo de *hardware* de los bienes informáticos de la universidad cada 5 segundos, de esta manera se evitará que exista un alto consumo con base en el espacio en memoria que ocupe el sistema. Se ha considerado que la métrica que se obtenga se establezca en el plano cartesiano y pueda el algoritmo identificar cuál es el vecino más cercano y establecer una respuesta final que facilitará al técnico del área de soporte técnico el mantenimiento preventivo y correctivo del equipo de cómputo.

Como resultado del entrenamiento se generará una alerta de consumo de recursos del *hardware* del equipo de cómputo que puede ser alto, medio o bajo; a partir de esta información el sistema emitirá un *ticket* o una orden de atención técnica en caso de que exista frecuencia en el consumo alto de recursos. El sistema (ver *Figura 17*) permitirá revisar el historial del rendimiento para contribuir al técnico a gestionar las actividades de mantenimiento.

Figura 17

Funcionamiento Interno del Sistema



Como resultado, el sistema le permitirá al responsable revisar el rendimiento del bien informático y evaluar su estado sobre la base de los datos que registre el sistema, y así servir como una herramienta de soporte que estime mejor las decisiones del técnico basado en la orientación de soluciones hacia un *hardware* en específico.

Conclusiones

Es importante el uso de técnicas de investigación para conocer las necesidades que se requerían solucionar, el uso de entrevistas, investigación de campo y la observación del problema permitió dar como resultado el análisis e implementación de un sistema de inventario y de gestión de mantenimientos correctivo que sirva como herramienta de soporte de actividades de administración de los bienes informáticos.

Un análisis acertado ha permitido elegir las herramientas necesarias para desarrollar el proyecto; se ha considerado mantener características de programación asíncrona que permitan cumplir con los requerimientos funcionales y el alcance del proyecto.

Con la elección de herramientas de desarrollo, y, bajo la metodología SCRUM, se logró construir e implementar un sistema de gestión de inventario y control de asistencia técnica utilizando un algoritmo de aprendizaje supervisado y código QR.

Referencias

- Aguilar, L. (2021). *Desarrollo e implementación de un sistema web basado en la metodología scrum, para mejorar el proceso de autorizaciones e infracciones en la dirección regional de transportes y comunicaciones de Ayacucho* [Tesis de Grado, Universidad Autónoma del Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.13067/1318>.
- Alvarado, J. (2022). *Estudio comparativo del nivel de eficacia en modelos algorítmicos al estimar la deserción de los estudiantes del nivel pregrado en la Universidad de Huánuco-2019* [Tesis de Maestría, Universidad de Huanuco]. <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/3298>
- Calderón, J., y Prada Sierra J. (2021). *Modelo de inteligencia artificial para generar alertas de riesgos en la Bahía de Cartagena* [Tesis de Grado, Universidad Católica de Colombia]. <https://hdl.handle.net/10983/27629>
- Cañas, F., y Muñoz, E. (2022). *Desarrollo de un modelo de aprendizaje supervisado usando técnicas de Machine Learning para la predicción de la calidad del aire* [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/65237>
- Castrillón, O., Sarache, W., y Ruiz-Herrera, S. (2021). Predicción del rendimiento académico por medio de técnicas de inteligencia artificial. *Formación Universitaria*, 13(1), 93-102. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000100093>
- Cuenca, J., Granda, J., y Correa, M. (2019). *Propuesta de un sistema para el control informático de los departamentos de tecnología* [Tesis de Grado, Universidad Estatal de Milagro]. <http://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/handle/123456789/4813>
- Landín, J., Reina, C., y Vaca, C. (2022). *Procesamiento de lenguaje natural y generación automática de alertas de las reseñas de clientes, en una empresa de telecomunicaciones del Ecuador* [Tesis de Maestría, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/57284>
- Loza, J. (2017). *Propuesta de Creación de Mesa de Servicios Usando las Buenas Prácticas ITIL y la Instalación de un Sistema Informático Para Manejo de tickets como Aporte a la Gestión en el Departamento de Administración de la Facultad Piloto de Odontología de la Universidad de Guayaquil* [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/19543>
- Luna, E. (2022). *Diseñar una herramienta de inteligencia artificial usando Machine Learning para la comparación entre aprendizaje virtual VS aprendizaje presencial* [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/64129>

- Moreno, R. (2019). La llegada de la inteligencia artificial a la educación. *Revista De Investigación En Tecnologías De la Información*, 7(14), 260-270. <https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.022>
- Muñoz, L., y Cárdenas, R. (2021). *Diseño de una ruta en BPM e inteligencia artificial, que permita mejorar el proceso de socialización y apropiación de la información, a los docentes y administrativos del CEAD José Acevedo y Gómez de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD*.
- Nieto, N. (2018). *Tipos de investigación*. Universidad Santo Domingo de Guzman.
- Rodríguez, G. (2017). *Desarrollo de una aplicación web con Node.js para la monitorización en tiempo real de un electrocardiograma* [Tesis de Grado, Universidad de Sevilla]. <http://hdl.handle.net/11441/66716>
- Ynfante, M., Machado, M., Machado, N., y Velasteguí, E.(2022). Técnicas de aprendizaje supervisado para la detección y clasificación de enfermedades y defectos en imágenes de frutas: revisión. *Magazine De Las Ciencias: Revista De Investigación E Innovación*, 7(1), 1–16. <https://doi.org/10.33262/rmc.v7i1.2330>.

Copyright (2024) © Victor Alfonso Cusco Vinueza, Doris Karina Chicaiza Angamarca, Luis Rene Quisaguano Collaguazo y Geovanny Euclides Silva Peñafiel



Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons](#) 4.0.

Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento — remezclar, transformar y crear a partir del material—para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de Atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios.

Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) – [Texto completo de la licencia](#)



Aplicativo móvil dytectiveu para el tratamiento sistemático de la dislexia en alumnos de Educación General Básica

Dytectiveu mobile application for the systematic treatment of dyslexia in Elementary School Students

Fecha de recepción: 2023-08-03 • Fecha de aceptación: 2023-11-08 • Fecha de publicación: 2024-02-10

Jessica Paola Sarango Revollero¹

Universidad Central del Ecuador, Ecuador

jpsarangor@uce.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-3723-6901>

Dayana Abigail Uvillus Sumba²

Universidad Central del Ecuador, Ecuador

dauvilluss@uce.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-0761-5131>

RESUMEN

La presente investigación tiene por finalidad proponer el uso de aplicaciones móviles para mejorar el aprendizaje de alumnos con dificultades específicas de aprendizaje, tales como la dislexia. Así pues, se pretende determinar en qué magnitud el uso de apps móviles facilitan corregir sustancialmente la dislexia, planteando como alternativa móvil a DytectiveU. Esta investigación es de tipo documental y descriptiva, con un enfoque cualitativo mediante el método deductivo. Con respecto a los resultados, se identificaron síntomas puntuales que llegan a presentar los niños propensos a tener dislexia: entre ellos, los componentes más destacables son errores ortográficos, un 26% de estudiantes lo presentan y asimismo la omisión de letras con un 23%. Igualmente, se tomó en consideración

un estudio enfocado en exponer la población que mayoritariamente hace uso de apps móviles, resaltando principalmente a los estudiantes que utilizan este recurso como apoyo para mejorar su rendimiento académico. Si se toman en consideración los precedentes mencionados a lo largo de todo el trabajo investigativo, se puede delimitar que las apps móviles en el contexto educativo representan un avance inmemorable con respecto a las dificultades de aprendizaje, pues su acceso dinámico e interactivo permite captar mayor interés y motivación en el alumnado.

PALABRAS CLAVE: programa informático didáctico, dislexia, alfabetización, aprendizaje, educación

ABSTRACT

The purpose of this research is to propose the use of mobile applications to improve the learning of students with specific learning difficulties, such as dyslexia. Thus, the aim is to determine to what extent the use of mobile apps facilitates the substantial correction of dyslexia, proposing DyTECTIVEU as a mobile alternative. This research is documentary and descriptive, with a qualitative approach using the deductive method. With regard to the results, specific symptoms that children prone to dyslexia may present were identified: among them, the most notable components are spelling errors, 26% of students present them, and also the omission of letters with 23%. Likewise, a study focused on exposing the population that mostly makes use of mobile apps was also taken into consideration, highlighting mainly students who use this resource as a support to improve their academic performance. If the precedents mentioned throughout the research work are taken into consideration, it can be concluded that mobile apps in the educational context represent an immemorial advance with respect to learning difficulties, since their dynamic and interactive access allows capturing greater interest and motivation in students.

KEYWORDS: didactic software, dyslexia, literacy, learning, education

Introducción

La dislexia se encuentra conceptualizada como una discapacidad de aprendizaje que afecta tanto los procesos de lectura, así como también los de escritura y que, por tanto, disminuyen el desempeño de los niños en el ámbito escolar, a tal punto que la dislexia ha sido uno de los factores predominantes para que los estudiantes abandonen la escuela debido a que afecta notablemente en aspectos como el ocasionar una baja autoestima, problemas de conducta, retraimiento, entre otros.

Según varios estudios realizados por especialistas en el área de neurolingüística y psicología del lenguaje, exponen que la dislexia es parte de los trastornos de neurodesarrollo genético que usualmente se manifiestan, debido a las diferencias individuales en el cerebro humano. En tal sentido, es de suma importancia contribuir a la detección y corrección de la problemática expuesta, pues se puede optimizar las capacidades académicas y minimizar el impacto social que pudiese llegar a desarrollar en la vida de quienes lo padecen, pues se conoce que a nivel mundial el porcentaje aproximado de personas que tienen dislexia se sugiere que es de al menos el 10% de la población. Por tanto, el proponer plataformas o aplicaciones móviles basadas en la gamificación para uso educativo, resulta una opción viable debido a que, si se quiere tratar el trastorno de la dislexia desde edades tempranas en los estudiantes, lo más aplicable sería el uso de juegos; esto tomando en cuenta los intereses del alumnado y dado que al ser un recurso tecnológico permite promover de manera significativa la motivación, la concentración y esfuerzo, facilitando así el proceso de aprendizaje, tanto en niños como en jóvenes.

1.1 Aplicaciones móviles

El uso de dispositivos móviles educativos ha tomado un auge muy reconocido a nivel mundial, la población que mayoritariamente hace uso de ellos son los niños/as y jóvenes; esto debido a que forman parte de la conocida generación digital. Según lo menciona Kortabitarte et al. (2018) cuando expresa que “la tipología de aplicaciones *software* es amplia y diversa, y entre ellas encontramos *apps* cuyos contenidos específicos se relacionan con elementos patrimoniales, pudiéndose utilizar por tanto en contextos de enseñanza-aprendizaje” (p.67). Esto hace referencia a que la llegada de los nuevos avances tecnológicos ha posibilitado que el ser humano avance a grandes pasos en diversos aspectos de la vida, tanto social, como educativa, en los que el uso de herramientas, aplicaciones y plataformas digitales ha tomado mayor relevancia debido a que motivan y despiertan el interés de quienes lo usan.

1.1.1 Beneficios del uso de aplicaciones móviles para niños con dificultades de aprendizaje

Al incorporar las aplicaciones móviles en el proceso de enseñanza-aprendizaje estas representan una gran ventaja cuando niñas, niños y adolescentes, que presentan trastornos de aprendizaje, las usan para fines educativos, pues estas permiten superar dificultades en ciertas áreas, tanto lingüísticas, como matemáticas; esto por medio de la realización de actividades enfocadas



en la gamificación mediante el uso de la tecnología, aspectos que permiten complementar el aprendizaje. Según Quispe et al. (2017):

Con el uso de aplicaciones móviles educativas para niños con dificultades de aprendizaje, los niños van explorando, aprendiendo, descubriendo a través de lo que están realizando con cada uno de los recursos que le proporciona el aplicativo. Además, les posibilita evaluar su propio trabajo y trabajar en equipo (p.23).

En ese sentido, los alumnos que presentan dificultades de aprendizaje perciben a las aplicaciones móviles como un recurso de gran apoyo para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje, puesto que presentan su contenido de forma sencilla, entretenida y motivadora. Tomando en cuenta lo descrito, a continuación se describe una aplicación móvil para trabajar y mejorar notablemente el trastorno disléxico, es así que se caracteriza al denominado aplicativo móvil DytectiveU como ejemplo práctico.

1.2 La dislexia

La dislexia se conoce como un trastorno de aprendizaje que afecta el proceso de lecto-escritura, debido a inconvenientes para identificar determinados sonidos del habla y relacionarlos con letras y palabras, aspectos que se producen a causa de una deficiencia en el desarrollo de las áreas intersensoriales propias del sistema cognitivo en el ser humano. Desde el punto de vista de ANPE (2014):

La dislexia es una Dificultad Específica de Aprendizaje (DEA), término general que hace referencia a un grupo heterogéneo de trastornos que se manifiestan en dificultades en la adquisición y el uso de las habilidades de escucha, habla, lectura, escritura, razonamiento o cálculo (p.8).

A este respecto, se define entonces que el trastorno de la dislexia es parte de las dificultades específicas de aprendizaje, las cuales corresponden a las diversas alteraciones de origen neurobiológico que afectan los procesos del lenguaje en el que se especifican a la lectura, la escritura, el uso de lenguaje oral y otras implicaciones que pueden llegar a presentarse en el ámbito escolar.

1.2.1 Tratamiento de la dislexia

El trastorno disléxico puede ser tratado a partir de técnicas educativas específicas, pues conviene tener presente que la dislexia no es una enfermedad y, por lo tanto, no puede ser intervenida por medio del consumo de medicamentos. Sobre este particular, las actividades dirigidas a mejorar el trastorno se recomienda ponerlas en práctica lo antes posible, para así evitar otros inconvenientes que pueden llegar a producirse como consecuencia de la dificultad que se presenta originalmente. Desde el punto de vista de Ripoll y Aguado (2019):

Una intervención para tratar la dislexia tendría que estar respaldada por dos elementos: el primero es un modelo o explicación teórica de las causas o factores implicados en la dislexia y que dé cuenta de cómo la intervención consigue las mejoras que se proponen (p.4).

Tomando en cuenta lo mencionado, como procedimiento preliminar para tratar la dislexia se deben tomar en cuenta dos matices clave para llevar a cabo de manera efectiva el proceso de intervención. A este respecto, inicialmente se debe realizar un estudio previo que muestre una visión amplia del trastorno disléxico y sobre la base de ello reconocer las principales causas que pueden llegar a originarlo.

1.3 Aplicaciones móviles para superar la dislexia

Uno de los procesos que pueden llegar a considerarse complicados en la fase de intervención para superar la dislexia es el determinar la forma más efectiva en la que se puede captar la atención del alumno. Desde el punto de vista de Ochoa et al. (2016):

Gracias al uso cotidiano de los dispositivos móviles como el celular y las tabletas, entre otros, se puede ayudar a niños, adolescentes y adultos a superar o disminuir la dislexia. La movilidad nos da una ventaja frente a los tratamientos tradicionales (p.1).

Por consiguiente, la mejor manera en la que se puede hacer un primer acercamiento exitoso, y, promoviendo el interés del estudiantado, sería mediante la integración de aplicaciones móviles al contexto educativo, ya que los niños actualmente son individuos que forman parte de la conocida era digital, por lo que el manejo de recursos tradicionales no resulta ser la mejor opción para lograr motivar a los alumnos.

1.3.1 Aplicativo móvil DyectiveU

Dyective U es considerada una de las mayores aplicaciones móviles que se caracteriza por fortalecer los procesos de lectoescritura en niños/as, jóvenes y adultos que mejoran notablemente sus habilidades mediante la resolución de actividades basadas en la gamificación (ver *Figura 1*). Según menciona Santos (2020):

Con esta aplicación se trabajará la eficiencia lectora, es decir, la comprensión lectora a través de la discriminación de palabras y sílabas, memoria y atención visual, para de esta forma mejorar la fluidez en la lectura tanto de palabras individuales como de textos completos (p.28).

Figura 1

App Móvil DyetectiveU para Trabajar la Dislexia



Nota. Santos (2020).

DyetectiveU, como una herramienta científica, potencializa todas las capacidades cognitivas del estudiante, para que de tal modo se puedan superar las barreras que se relacionan directamente al proceso de lectoescritura.

1.3.2 Características

Forma parte de la categoría de juegos didácticos, puesto que propicia actividades que motivan y refuerzan la acción de aprendizaje enfocado en aspectos que parten de lo simple, complejo y lúdico. Con base en ello es que se la puede considerar una herramienta de gran ayuda para la labor de profesionales, en el ámbito educativo a nivel mundial. Según menciona Aviles (2021):

La aplicación DyetectiveU tiene 35.000 ejercicios que fueron creados manualmente por lingüistas, psicólogos e informáticos utilizando dos recursos lingüísticos: el patrón lingüístico extraído de un corpus de errores cometidos por personas con dislexia utilizando la minería de datos lingüísticos; recursos lingüísticos generados mediante técnicas de lenguaje natural (p.4).

Por ende, la investigación llevada a cabo por los creadores de la aplicación se enfoca en el tratamiento de la dislexia que generalmente se trata desde edades tempranas en los niños y niñas, mismos que han sido un referente claro para que el diseño de la aplicación cuente con una interfaz

que se caracteriza por mostrar un contenido atractivo, personalizado y tomando en cuenta los principales errores que usualmente cometen las personas disléxicas.

1.3.3 DyetectiveU en el tratamiento de la dislexia

DyetectiveU fue diseñada a fin de ser parte de las estrategias metodológicas para trabajar la dislexia en contextos educativos y ser aplicada por profesionales cualificados en el área pedagógica. Empleando las palabras de Aviles (2021): “Esta aplicación es una herramienta de referencia científicamente probada para detectar y mejorar las habilidades relacionadas con la dislexia. Es utilizado por familias, terapeutas profesionales e instituciones educativas” (p.21).

Sobre el enunciado expuesto, la herramienta digital dyetectiveU integra uno de los principales programas de Changed Dislexia, la cual es una comunidad autónoma que tiene por objetivo aportar con sus servicios para superar la dislexia, pues consideran que esta es un limitante oculto, pero negativamente influyente en la adquisición del conocimiento de los niños/as y jóvenes a nivel mundial. La empresa social considera que la dificultad en los procesos de lectoescritura puede mejorar si se tiene un constante trabajo y predisposición por parte de los estudiantes; sin embargo, también incluye que esta labor es posible siempre y cuando la comunidad educativa sea un soporte para que el estudiantado pueda mejorar sus habilidades lingüísticas.

Metodología

2.1 Tipo de investigación

El presente trabajo propone el uso de aplicaciones móviles como herramienta tecnológica para trabajar la dislexia en alumnos de tercero EGB. Por lo tanto, este estudio se orienta a trabajar con un enfoque metodológico cualitativo. En lo referido al análisis es de tipo descriptivo, debido a que se expone información derivada de investigaciones concretas, orientadas a describir la incidencia del uso de aplicaciones móviles en el contexto educativo y asimismo, en particular, como ejemplo verificador el uso particular del aplicativo móvil DyetectiveU, que permite constatar que las apps móviles representan un apoyo significativo para tratar dificultades de aprendizaje como lo son la dislexia y que a partir de su uso pueden llegar a mejorar el rendimiento académico del estudiantado.

2.2 Método

El estudio se realizó a través del método deductivo, pues este permite estudiar inferencias hechas a partir de un conocimiento previo. Por lo que este método se encuentra orientado a extraer postulados a partir de juicios que han sido expuestos anteriormente, por lo que se trata de un método factible para la interpretación, así como también comprensión precisa de la información recopilada sobre el tema de estudio que se presenta.

2.3 Instrumento

Para el estudio teórico de la investigación se optó por hacer uso de encuestas ya presentadas por otros autores, dado que de este modo se facilita el análisis, presentación de tablas y figuras que permiten visualizar de manera específica el estudio de la dislexia, la influencia de aplicativos móviles como herramienta de apoyo tecnológico al proceso de enseñanza-aprendizaje y como ejemplo práctico de la temática la aplicación de DyetectiveU en la contribución del trastorno disléxico de individuos que la presentan.

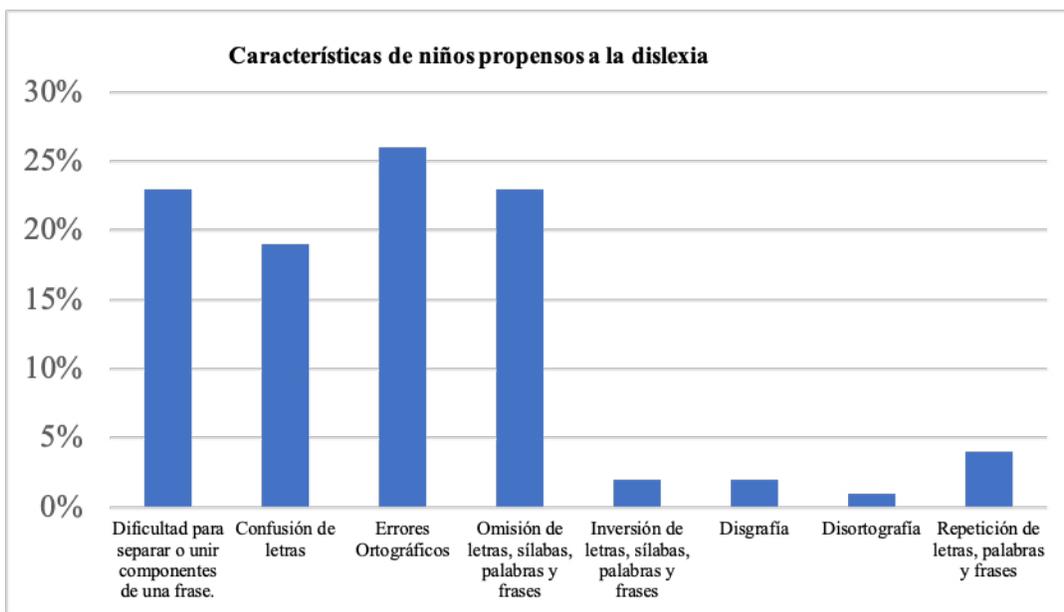
Resultados

3.1 Comparación de resultados

En primera instancia, para abordar el trastorno de aprendizaje disléxico conviene tener presente los datos recopilados por González y Rincón (2017) en donde se realizó una prueba de diagnóstico a estudiantes de entre 9 y 11 años, siendo un total de 1024 niños en los que se identificaron principalmente cuatro determinados aspectos erróneos al momento de realizar ejercicios de lectura y escritura, entre los cuales se encuentran: dificultad para separar o unir componentes de una frase, confusión de letras, errores ortográficos e inversión de letras denotando un mayor porcentaje; esto según lo demuestra la *Figura 2*.

Figura 2

Niños con Síntomas de Dislexia



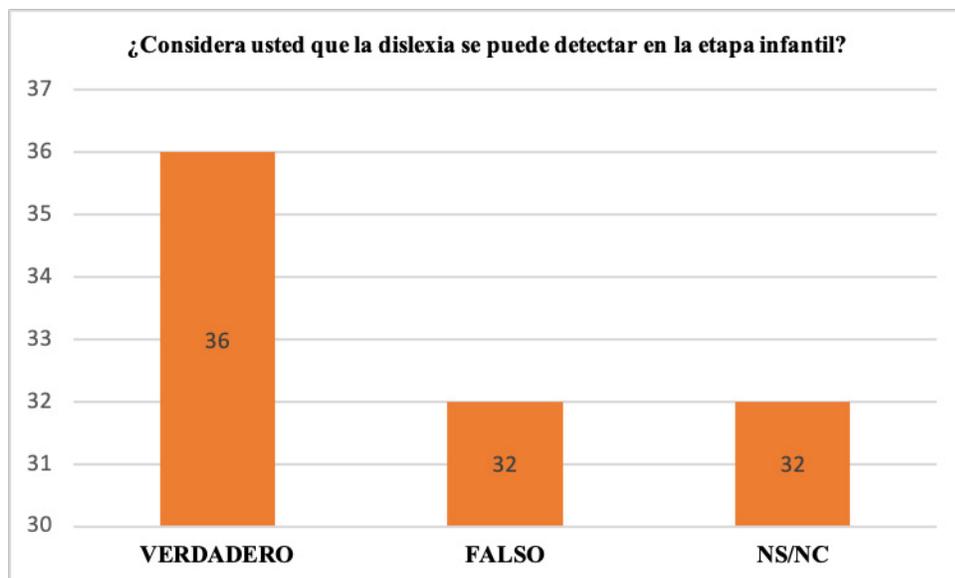
Nota. González y Rincón (2017)

Sobre la base de esta primera investigación resulta considerablemente importante tomar en cuenta que es preciso por parte del personal docente, por ser este el principal mentor del aprendizaje del

estudiante en sus primeros años de escolaridad, además, es quien debe darse cuenta de ciertas situaciones o características que podrían acarrear una situación de dislexia; sin embargo, una gran mayoría de docentes desconoce a qué edad se puede detectar este tipo de trastorno y esto de manera analógica acarrea afectaciones a la hora de aprender quién podría padecer de dislexia (ver *Figura 3*).

Figura 3

¿La Dislexia se Puede Detectar en la Etapa Infantil?



Nota. Gutiérrez-Fresneda (2021)

En la encuesta realizada por Gutiérrez-Fresneda et. (2021) un 64% de docentes ha respondido de forma errónea o no sabía qué responder, con respecto al planteamiento, por lo que tan solo un 36% ha acertado, pues es preciso que el docente sepa identificar ciertos errores que los estudiantes pueden llegar a presentar en las primeras etapas de formación educativa que corresponden a un segundo, tercer o cuarto año de educación, dado que el reconocer estas situaciones posibilita que el docente ayude a corregir esta dificultad por medio de actividades de acompañamiento y refuerzo que le permitan al estudiante trabajar y mejorar sus habilidades de lectura y escritura.

Tomando en cuenta los resultados, una opción viable para tratar el trastorno disléxico podría ser entonces la aplicación DytectiveU (Ver *Figura 4*) que, al ser una herramienta tecnológica de apoyo, tiene la apertura de brindar sus servicios en beneficio de tratar el trastorno disléxico a partir de un test cribado que permite identificar si el estudiante presenta riesgo de dislexia. Para demostrar esto, Rello (2018) permite visualizar cómo la aplicación del test permite visualizar un informe con base en los ejercicios resueltos de un estudiante.

Figura 4

Ejemplo de Test Cribado de la Aplicación DyetectiveU

Fecha: 27/08/18

Informe de resultados para: Martín

Supervisor: Luz Rello

Resultado del test Dyetective de cribado de dislexia (dificultades de lectura y escritura):



Esto **no** es un diagnóstico de dislexia, es solo un test de cribado que determina el riesgo de tener dificultades de lecto-escritura. El resultado del test Dyetective puede ser uno de estos dos: **Sin Riesgo** o **Con Riesgo**.

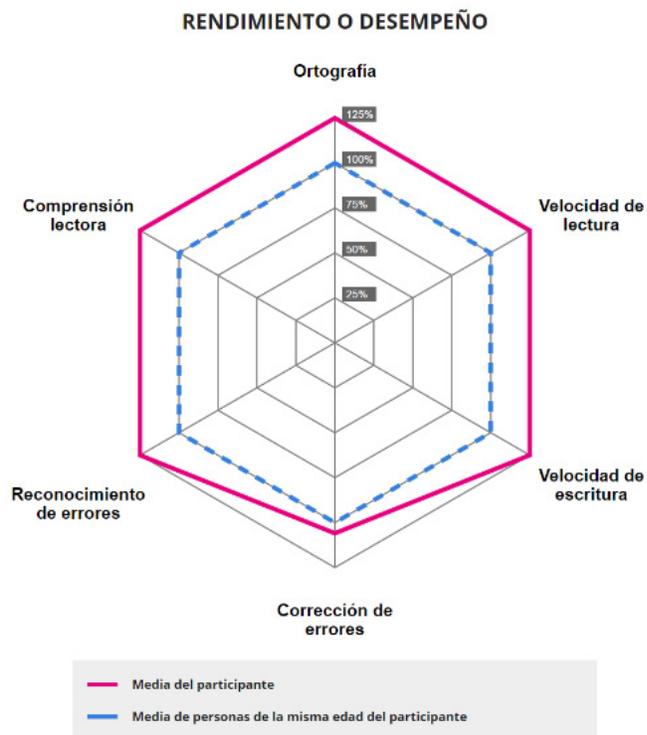
Si has obtenido como resultado *Con Riesgo* sería buena idea derivar a un profesional, ya sea dentro del centro educativo o a un profesional externo en un centro de salud o especializado.

Nota. Rello (2018).

De igual forma, Osés (2017) en su publicación permite complementar que una vez realizado el test a través del uso de inteligencia artificial se analizan los resultados y envían un informe al supervisor del estudiante en el que se informe sobre el riesgo que tiene el evaluado de sufrir dislexia. Sin embargo, es preciso recalcar que como su nombre lo menciona, el test de DyetectiveU permite detectar el riesgo de dislexia, pero no reemplaza un diagnóstico médico, pues básicamente se trata de una detección para poder emplear actividades de apoyo que pueden ser aplicables en caso de necesitarlo. Como se puede visualizar en la *Figura 5*, el informe que se presenta es de la siguiente forma.

Figura 5

Gráfico Ejemplificado del Informe de Test Cribado de DydetectiveU



Nota. Osés (2017)

Como ejemplo de los ejercicios que ofrece la app DydetectiveU, en la siguiente *Figura 6* se pueden apreciar los siguientes, según el estudio investigativo de Rello (2018).

Figura 6

Actividad de Escritura en la App DyetectiveU



Nota. Rello (2018).

Como se puede ver, las actividades que ofrece la *app* se ven efectivamente relacionadas a procesos de lectura y escritura, en él ofrece ejercicios de apoyo que permiten trabajar de manera gradual la dificultad derivada del trastorno disléxico.

Para patentizar que la *app* es una herramienta que ciertamente es válida en trabajar problemas del trastorno disléxico, el estudio realizado por Rello (2018) una vez probado DyetectiveU en un grupo de participantes que comprendió 51 alumnos de edades entre los 8 y 12 años, se pudo apreciar mediante un informe gráfico las tendencias de medida en relación con la detección de problemas relacionados a la dislexia, tal como se puede apreciar en la *Figura 7*.

Figura 7

Cuadro Comparativo de Estudiantes que Aplicaron en el Test Cribado DyetectiveU

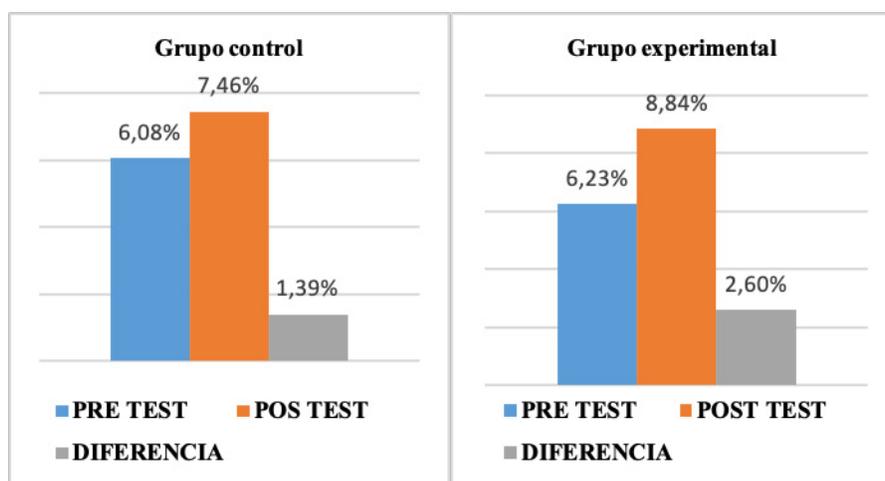
NIÑO	HUGO D.	MARINA	HUGO M.	MARIO
CURSO	3º	3º	3º	3º
TRADICIONAL	DISLEXIA	SIN DIFICULTADES	DISLEXIA	SIN DIFICULTADES
DYTECTIVE	SIN RIESGO	SIN RIESGO	SIN RIESGO	SIN RIESGO
GRÁFICO				

Nota. Rello (2018).

Agregando a lo anterior, el estudio de Aviles (2021) expone la comprobación en referencia al uso de DyetectiveU para contribuir a mejorar las habilidades de lectura y escritura; en el estudio se pretendió demostrar que la *app* en cuestión efectivamente representa una herramienta de apoyo pedagógico, pues se presentan dos grupos de estudio, el primero denominado grupo control al que se lo utilizó para propósitos comparativos y el grupo experimental que fue expuesto al uso de la aplicación móvil DyetectiveU.

Figura 8

Comparación Grupo Control y Grupo Experimental



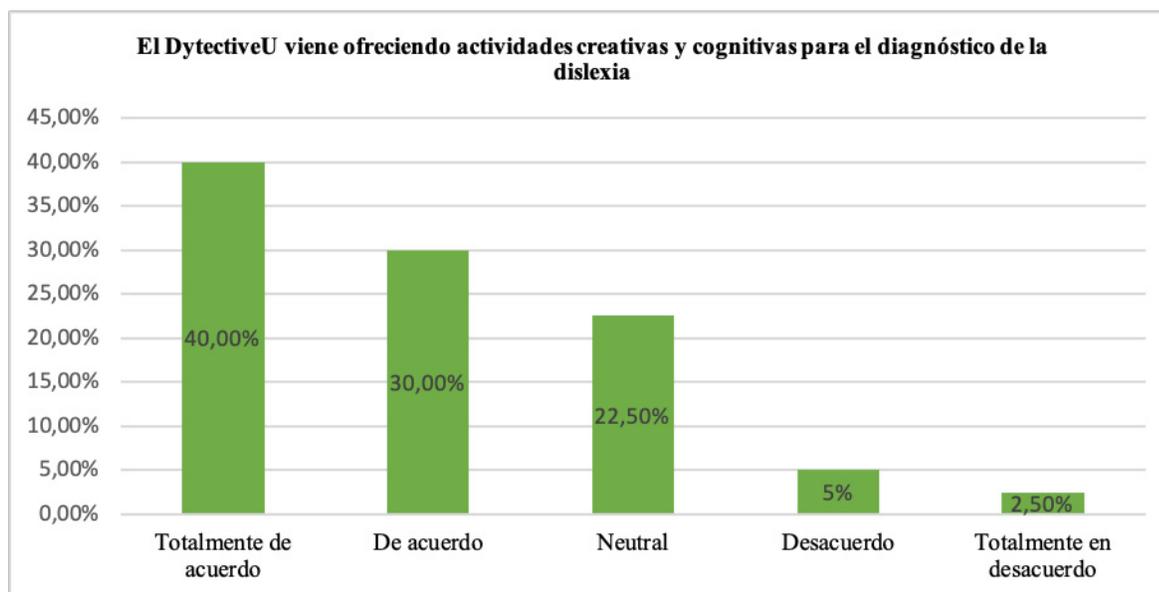
Nota. Aviles (2017)

En ese marco, los datos obtenidos del grupo control y el grupo experimental, en una primera instancia, muestran puntajes casi idénticos en correspondencia a la evaluación pretest, como se observa en la *Figura 8*. Sin embargo, ya en la etapa de postest se observa que el puntaje del grupo experimental es mejor a la del grupo control. Sobre la base de ello, se comprueba efectivamente que DyetectiveU contribuye sustancialmente a trabajar el trastorno disléxico en los estudiantes que lo presentan.

Otro punto de referencia es el que toma en cuenta en las investigaciones realizadas a un grupo de estudiantes de séptimo grado por medio de una encuesta, en relación con el uso de DyetectiveU para trabajar la dislexia. Particularmente, Aviles (2021) expone en qué medida el uso de la aplicación DyetectiveU es apreciada en el grupo de estudiantes que hacen uso de ella. En tal sentido, se expone la siguiente *Figura 9*.

Figura 9

Opinión con Respecto al Uso de DyetectiveU en la Dislexia



Nota. Aviles (2021)

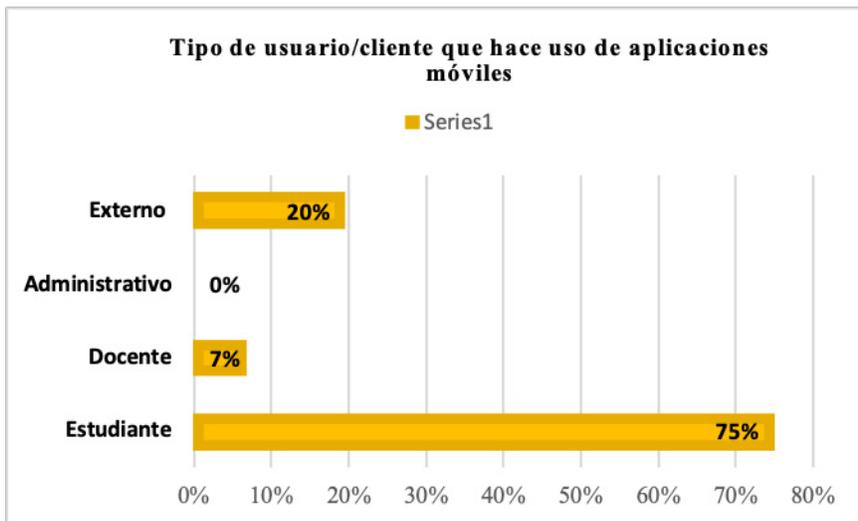
Analizando los datos obtenidos la *app* móvil DyetectiveU posee óptimas actividades lúdicas que permiten desarrollar la potencialidad del desarrollo lecto-escritor; según se pudo observar, los criterios expuestos son favorables para el diagnóstico y tratamiento de los estudiantes con dislexia, promoviendo significativamente un aprendizaje asistido por recursos tecnológicos.

Ahora bien, el gran cuestionamiento es: ¿El uso de aplicativos móviles es efectivo en la población estudiantil como herramientas de apoyo en su proceso de aprendizaje?, pues a razón de ello y enfocándonos en el uso de aplicaciones móviles, se toma en consideración la investigación realizada por Rodríguez y Martínez (2022) quienes exponen que la utilización de *apps* móviles ha tomado mayor fuerza en el ámbito educativo, pues según sus estudios el mayor número

de usuarios que hacen uso de estos servicios son grupos en los que sobresalen estudiantes, docentes, personal, administrativo y agentes externos.

Figura 10

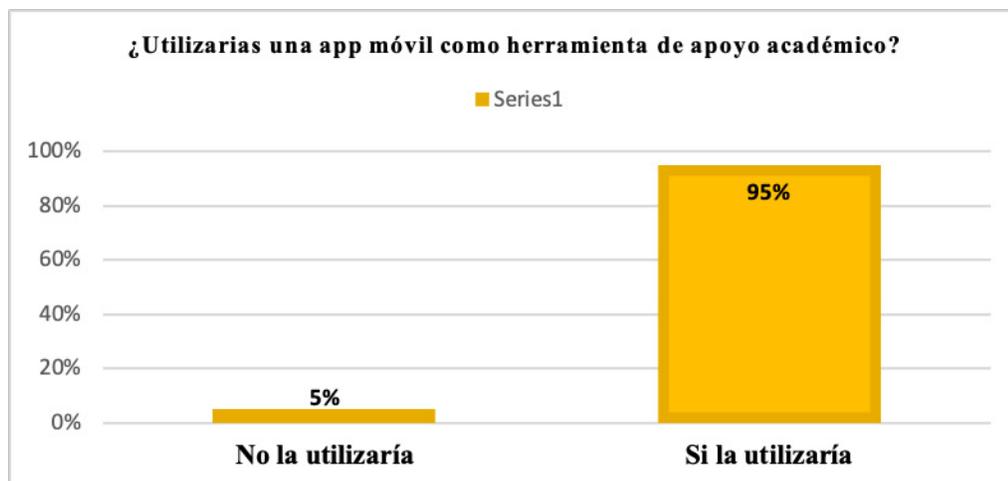
Tipo de Usuarios que hacen uso de Aplicaciones Móviles



Nota. Rodríguez y Martínez (2022)

Como se puede ver en la *Figura 10*, la mayoría de la población que hace uso de aplicaciones móviles son los estudiantes, ya que tienen la disponibilidad de acceder a una forma de aprendizaje más exploratoria y en la cual pueden ir descubriendo a través de lo que están realizando de manera más interactiva, por lo que el uso de aplicaciones móviles, como un recurso de apoyo, permite que el docente impulse la educación fuera del tradicional contexto áulico.

Por otro lado, la investigación realizada por Cárdenas y Cáceres (2019) permite conocer la opinión que tienen los alumnos con relación al uso de aplicaciones móviles como herramienta para fortalecer los procesos de aprendizaje, a fin de que estas representen un apoyo sustancial en el transcurso de su formación.

Figura 11*Uso de Apps Móviles como Herramienta de Apoyo Académico*

Nota. Cárdenas y Cáceres (2019)

Los resultados de la encuesta aplicada arrojan indicadores que se inclinan fundamentalmente al hecho de que un 95% de estudiantes si utilizarían aplicaciones móviles como herramienta de apoyo académico, mientras que tan solo un 5% de ellos mencionan que no lo harían (Ver *Figura 11*). Sobre la base de ello, este aspecto permite constatar que mayoritariamente los alumnos visualizan a las *apps* móviles como una gran fuente de datos que les permiten obtener, así como también procesar información de manera dinámica e innovadora, lo cual es un componente esencial para lograr captar la atención del alumno y promover que este muestre mayor interés por aprender y reforzar sus conocimientos.

Conclusiones

Analizando los resultados obtenidos se determinó la factibilidad de destinar el uso del aplicativo móvil DyetectiveU como herramienta de intervención para el tratamiento sistemático del trastorno disléxico; esto debido a que existe un cambio significativo en etapas pre y posaplicación DyetectiveU, en el que se constata el mejoramiento gradual del aprendizaje del estudiantado. A este respecto, el aplicativo móvil influye positivamente en los procesos de lectoescritura y representa un instrumento de apoyo a la labor docente, pues ofrece múltiples acciones para que los alumnos que padecen dislexia fortalezcan sus habilidades y capacidades lingüísticas, si se predestina un tiempo estimado en la práctica y resolución de ejercicios que se plantean de acuerdo a la edad del usuario.

En síntesis, abordando la temática del trastorno disléxico se pudieron determinar los principales síntomas que permiten caracterizar a los niños que son propensos a presentar dificultades de lectoescritura, pues se pudo constatar que estos indicadores son posibles de ser verificados a través de que el docente analice los procesos de lectura y escritura que comienzan a tener los niños en los primeros años de escolaridad, por lo que, con base en ello resulta importante conocer

las falencias que cometen los niños dentro del proceso de aprendizaje, para que a partir de ello, se puedan implementar estrategias de mejora para contribuir a que el alumno supere esta dificultad.

Por consiguiente, se determina que el uso de aplicativos móviles al proceso de enseñanza-aprendizaje contribuye significativamente a la formación del alumno, pues estos le brindan un nuevo enfoque a la adquisición del conocimiento, así como también permiten generar espacios de interacción dinámicos, motivadores e innovadores, debido a que el diseño con el que cuentan permite que el alumno se interese por el uso de esta nueva metodología activa.

Finalmente, los resultados expuestos demuestran que una de las aplicaciones específicas que permiten el fortalecimiento de aprendizaje, enfocado en el área de lenguaje y los procesos de lectoescritura, es el aplicativo móvil DyetectiveU, pues este, al ser una herramienta validada científicamente, brinda ejercicios personalizados de estimulación básica y compleja, que permiten al alumno el fortalecimiento de sus capacidades alfabéticas.



Referencias

- ADysTrain. (Noviembre de 2017). *¿Qué es la dislexia?* https://www.madridconladislexia.org/wp-content/uploads/2017/11/ADYSTRAIN-Que_es_la_dislexia.pdf
- ANPE. (2014). *La dislexia en el aula. Lo que todo educador debe saber*. Asociación Madrid con la Dislexia y otras DEA ANPE-Madrid. https://fenacerci.pt/web/publicacoes/outras/GUIA-DISLEXIA-COMPLETA_14.pdf
- Aviles, A. (2021). *Aplicación dytectiveu y su influencia en la lectoescritura de niños de la u.e. padre Marcos Benetazzo, Ecuador 2020-2021* [Tesis de Maestría, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/10644>
- Cárdenas, I., y Cáceres, M. (2019). Las generaciones digitales y las aplicaciones móviles como refuerzo educativo. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 2(1), 25-31. <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/77>
- González, R., y Rincón, M. (2017). Análisis de la producción escrita de niños con síntomas de dislexia a partir de un enfoque Lingüístico-Cognitivo. *Revista Oratores*, (4), 25-33. <https://doi.org/10.37594/oratores.n4.76>
- Gutiérrez-Fresneda, R., Heredia, E., García, J., Valdés-Muñoz, V., Del Olmo, M., Díez, A., Ramos, E., y Verdú, V. (2021). Formación de los futuros docentes sobre los trastornos del aprendizaje y la conducta. En Menargues, M., Díez, R., y Pellín, N (Eds.) *Memorias del Programa de Redes-I3CE de calidad, innovación e investigación en docencia universitaria* (pp. 389- 426). Universidad de Alicante. <http://hdl.handle.net/10045/120233>
- Kortabitarte, A., Gillate, I., Luna, U., y Ibáñez-Exteberria, A. (2018). Las aplicaciones móviles como recursos de apoyo en el aula de ciencias sociales: estudio exploratorio con el app “architecture gothique/romane” en educación secundaria. *Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, 33(1), 65-79. <https://hdl.handle.net/11162/214349>
- Ochoa, M., Torres, Y., y Flores, B. (2016). La dislexia. ¿Tratamiento con Cómputo Móvil? *CienciAbierta*, VI, 197-218. <http://www.cienciabierta.uadec.mx/2016/06/28/la-dislexia-tratamiento-con-computo-movil/>
- Osés, E. (03 de abril del 2017). Inteligencias Múltiples y Recursos TIC. *ParaPNTE* <http://parapnte.educacion.navarra.es/2017/04/03/inteligencias-multiples-yrecursos-tic/>
- Quispe, A., Bernal, C., y Salazar, G. (2017). Uso de aplicaciones móviles educativas para niños con dificultades de aprendizaje. *Campus*, 22(23), 13-26. <http://dx.doi.org/10.24265/campus.2017.v22n23.01>
- Rello, L. (2018). *Superar la dislexia*. Paidós.

- Ripoll, J., y Aguado, G. (2019). Eficacia de las intervenciones para el tratamiento de la Dislexia: Una revisión. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 36(2), 85-100. <https://doi.org/10.1016/j.rlfa.2015.11.001>
- Rodríguez, L., y Martínez, L. (2022). Uso de aplicaciones móviles como herramienta de apoyo tecnológico para la enseñanza con metodología steam. *Revista Politécnica*, 18(36), 75-90. <https://www.redalyc.org/journal/6078/607872732006/607872732006.pdf>
- Santos, S. (2020). *Cinco aplicaciones para facilitar la adquisición de la lectoescritura en alumnos con tea* [Tesis de Grado, Universidad de Cantabria]. <http://hdl.handle.net/10902/20367>



Copyright (2024) © Jessica Paola Sarango Revollero y Dayana Abigail Uvillus Sumba



Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons](#) 4.0.

Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento — remezclar, transformar y crear a partir del material—para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de Atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) – [Texto completo de la licencia](#)

Aplicación de técnicas de SIG en la codificación de áreas de captación de la unidad hidrográfica 13946

Application of GIS techniques in the encoding of catchment areas for hydrographic unit 13946

Fecha de recepción: 2023-11-25 • Fecha de aceptación: 2024-01-15 • Fecha de publicación: 2024-02-10

Freddy Aníbal Jumbo Castillo¹

Universidad Técnica de Machala, Ecuador

fjumbo@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-5200-7162>

Johnny Paul Novillo Vicuña²

Universidad Técnica de Machala, Ecuador

jnovillo@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-4915-3441>

Joofre Antonio Honores Tapia³

Universidad Técnica de Machala, Ecuador

jhonores@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-8612-3025>

Oscar Efrén Cárdenas Villavicencio⁴

Universidad Técnica de Machala, Ecuador

ocardenas@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-6570-8040>

RESUMEN

Los Sistemas de Información (SI) experimentaron cambios en los últimos años, entre los que además de datos temáticos procesan información geográfica, también conocidos como Sistemas de Información Geográfica (SIG), desempeñando un papel fundamental en la toma de decisiones. Estas herramientas permiten la integración y análisis de datos desde diversas fuentes, brindando una visión integral y detallada del entorno geográfico. La investigación propone aplicar técnicas de SIG utilizando el método Pfafstetter y software de SIG que permitan la segmentación y codificación de las áreas de captación de la unidad hidrográfica 13946, la que pertenece a la cuenca denominada Jubones. La metodología seleccionada clasificó jerárquicamente las zonas de captación y la gestión efectiva de los recursos disponibles. La aplicación de las técnicas de SIG según las directrices de la metodología seleccionada, obtuvo 9 subáreas de captación, codificadas así: 139461, 139462, 139463, 139464, 139465, 139466, 139467, 139468 y 139469. Además, se obtuvo el archivo digital en formato shapefile, actualizado con sus respectivos metadatos, el cual servirá de base para gestión y optimización de las tareas que ejecutan los usuarios en la gestión de los recursos hídricos. El producto obtenido de la investigación permite replicar el proceso desarrollado en otras áreas de captación.

PALABRAS CLAVE: sistemas de información geográfica, nivel del mar, estudio hidrográfico, software

ABSTRACT

Information Systems (IS) have undergone significant changes in recent years, among which are those that, in addition to processing thematic data, also process geographic information, also known as Geographic Information Systems (GIS), which play a fundamental role in decision-making. These tools allow the integration and analysis of data from various sources, providing a comprehensive and detailed view of the geographic environment. The research aims to apply GIS techniques using the Pfafstetter method and GIS software that allow the segmentation and encoding of the catchment areas of hydrographic unit 13946, which belongs to the basin called Jubones. The selected methodology allowed for the hierarchical classification of the catchment zones and effective management of available resources. With the application of GIS techniques according to the guidelines of the selected methodology, 9 encoded catchment sub-areas were obtained as follows: 139461, 139462, 139463, 139464, 139465, 139466, 139467, 139468, and 139469. Additionally, the digital file in updated shapefile format with its respective metadata was obtained, which will serve as a basis for the management and optimization of the tasks executed by users in the management of water resources. The product obtained from the research allows replicating the developed process in other catchment areas.

KEYWORDS: information systems, digital elevation model, hydrographic unit, GIS software

Introducción

La evolución cognitiva enfocada en el espacio utilizando SIG se presenta como una herramienta poderosa dentro de los SI para manejar información, tanto espacial, como temática en varias áreas de aplicación, que con base en el criterio de Hernández et al. (2012) se clasifican en diversas categorías según su propósito y funcionalidades. Se distinguen tres tipos principales: los Sistemas de Información Transaccionales (SIT), que se centran en el procesamiento y registro de transacciones diarias de una organización; los Sistemas de Apoyo a la Toma de Decisiones (SAD), que proporcionan herramientas para el análisis y la generación de informes para apoyar la toma de decisiones gerenciales, y los Sistemas de Apoyo a la Empresa (SAE), que integran diversas funciones y procesos de una organización para facilitar la coordinación y colaboración entre departamentos.

Los SIG son parte de los SAD y se aplican en diversos campos, tales como: catastro, geoposicionamiento, portales web de información tabular y espacial, así como la hidrología y su aplicación en el estudio y segmentación de las áreas de captación. En épocas anteriores, la segmentación de áreas de captación se realizaba a partir de la interpretación de cartografías impresas, aplicando métodos tradicionales denominados Horton – Stralher y Shreve e incluso manuales sobre la carta impresa, siguiendo la orientación de las curvas de nivel, lo cual requería mayor tiempo y presupuesto.

De acuerdo con Meléndez de la Cruz (2019) la segmentación de unidades o cuencas trasciende la simple delimitación del límite natural del área de captación. Este enfoque no solo abarca las dinámicas internas de las áreas de captación, sino también las interacciones que tienen lugar dentro de ellas, lo cual resulta esencial para la planificación y la toma de decisiones relacionadas con los recursos naturales de la zona. Para Acosta et al. (2016) las áreas de captación o drenaje representan unidades naturales que permiten coordinar procesos de gestión para un desarrollo integral y sostenible.

El uso de herramientas informáticas en la segmentación de áreas de drenaje ha suplantado el enfoque convencional que implicaba realizar esta tarea de manera manual sobre la cartografía impresa, lo que ha conducido a una reducción significativa de esfuerzos y una mayor eficiencia en el uso de recursos. El proceso para la generación de áreas de captación se ha potenciado en respuesta al notable crecimiento experimentado en los últimos años por los SIG, lo cual ha derivado en la creación de nuevas herramientas diseñadas específicamente para abordar estudios en territorio. Por su parte, Guevara (1987) enfatiza en que los SIG han evolucionado en sintonía con los avances tecnológicos, dotando al *software* de nuevas capacidades para la manipulación y análisis de información, lo cual conlleva a la adaptación de las necesidades y perspectivas del usuario, así como a la naturaleza del problema a resolver.

Diversas investigaciones orientadas a la delimitación de áreas de captación han empleado como fuente principal de información, los datos proporcionados por la misión *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), los cuales son obtenidos mediante técnicas de interferometría radar, convirtiéndose en un recurso esencial para una amplia gama de aplicaciones en el ámbito de la

investigación y análisis en SI, que pueden ser desarrolladas con base en las versiones de 3 y 1 segundo de arco; es decir, 30 y 90 metros de resolución espacial. En este campo de estudio se reconocen los aportes significativos realizados por Magacho et al. (2022) Oliveira y Pereira (2021), Rover et al. (2020), Acosta et al. (2016) y Alves et al. (2010).

El procesamiento de los datos requiere de la aplicación de un método. El método Pfafstetter es una técnica ampliamente utilizada para la codificación de áreas de captación (Juárez, 2016). Este enfoque se basa en la idea de representar la red de drenaje como una jerarquía de segmentos codificados con números enteros. Esta codificación se realiza considerando criterios topológicos y de las características del área de captación, lo que permite una representación eficiente y estructurada. Según Vorosmarty et al. (2000) el método Pfafstetter ha demostrado ser útil en la gestión y análisis de datos hidrográficos a diversas escalas.

La unidad hidrográfica 13946 del río Rircay, es una de las más representativas en la cuenca alta del río Jubones, debido a las actividades que allí se realizan. La ausencia de información detallada sobre la segmentación de unidades de drenaje incide directamente en las tareas de gestión y conservación de los recursos hídricos, por lo cual el objetivo de esta investigación es aplicar técnicas de SIG utilizando el método Pfafstetter, modelo de datos SRTM y *software* de SIG, que permita la segmentación y codificación de las áreas de captación de la unidad hidrográfica 13946. Los resultados esperados permitirán la actualización de los repositorios de información.

Metodología

La investigación del presente trabajo es de tipo aplicada, la cual se enfoca en la aplicación práctica de teorías y técnicas para resolver problemas específicos. En este marco se utiliza el método Pfafstetter para la segmentación de áreas de captación, subrayando su componente práctico.

Otros métodos utilizados en el desarrollo de la investigación son los siguientes:

- *Método de Análisis-Síntesis*: aporta una comprensión profunda y holística de la unidad hidrográfica del río Rircay, permitiendo descomponer los elementos de la cuenca y luego integrarlos en un modelo cohesivo. Este enfoque no solo mejora la comprensión de la dinámica de la cuenca, sino que también respalda una gestión más efectiva y sostenible de sus recursos hídricos y ecosistemas.
- *Método de Modelación*: se aplicará para simular los procesos hidrológicos dentro de la unidad hidrográfica, para tal propósito se utiliza el *software* SIG y datos del MDE, permitiendo crear modelos digitales que predicen el comportamiento del agua en la cuenca bajo diferentes condiciones.
- *Método Descriptivo*: es esencial en el estudio, dado que permite detallar y documentar las características de las áreas de captación resultantes, mediante este enfoque se realiza una observación minuciosa y un registro exhaustivo de los resultados obtenidos.

A continuación se describe el proceso metodológico requerido para la investigación:

2.1. Ubicación geográfica

La unidad hidrográfica 13946 del río Rircay está ubicada en la parte alta de la cuenca del río Jubones, como se puede apreciar en la *Figura 1*. Su extensión territorial es de 829,31 km² y abarca los cantones de Girón, San Fernando y parte de Nabón y Santa Isabel.

Figura 1

Unidad Hidrográfica 13946 del río Rircay



2.2 Datos base

Los datos base para la investigación son: área de captación o unidad hidrográfica 13946 del río Rircay, Modelo Digital de Elevación (MDE) a 30m de resolución espacial y archivos *shapefile* del Instituto Geográfico Militar (IGM) a escala 1:50.000.

2.3 Método Pfafstetter

El proceso de segmentación de áreas de captación se realizará de acuerdo con los principios del método Pfafstetter, el cual, según de Amorim Teixeira et al. (2022) enfatiza en 3 términos: cuenca, intercuenca y cuenca interna, los cuales se definen a continuación:

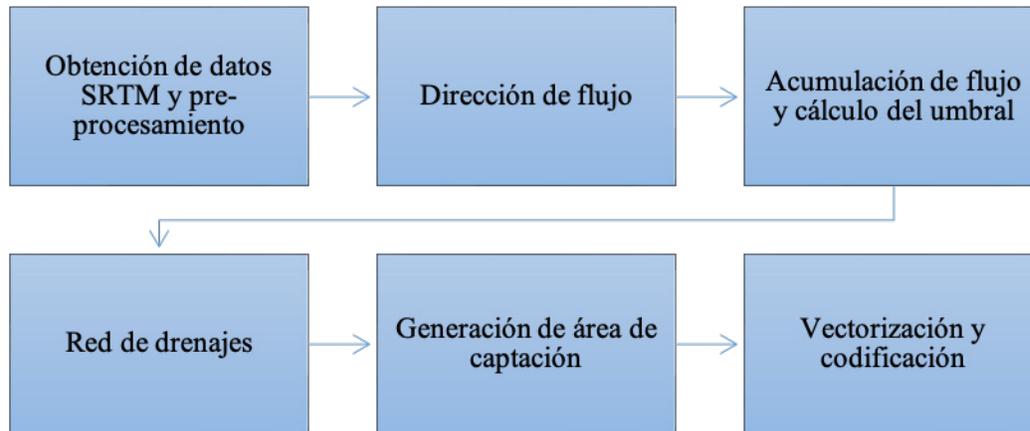
- **Cuenca:** según Autoridad Nacional del Agua (2021) una cuenca hidrográfica se define como el área de drenaje que contribuye al flujo de agua en un punto específico a lo largo de un curso de agua.
- **Intercuenca:** la intercuenca es la región geográfica que actúa como una barrera física entre dos cuencas hidrográficas adyacentes (Goigochea, 2012).

- **Cuenca interna:** se refiere a un área de drenaje independiente que no contribuye con caudal a otra área de captación (Juarez, 2016)

La metodología Pfafstetter, de acuerdo con el criterio de Jumbo (2015) se estructura con base en las siguientes etapas (Ver Figura 2):

Figura 2

Etapas del Método Pfafstetter



Las etapas del método se ejecutaron en *software* SIG ArcGIS 10.8. A continuación se describe cada una de ellas:

- **Obtención de datos SRTM y pre-procesamiento:** los datos SRTM con una resolución espacial de 30 metros corresponden al MDE del área de interés y se encuentran accesibles para su descarga por medio del sitio web <http://earthexplorer.usgs.gov/>. En el visor se detallan las coordenadas de ubicación área de estudio, asociada con la unidad hidrográfica 13946.

El proceso de pre-procesamiento implica la corrección de irregularidades originadas en el Modelo Digital de Elevación (MDE) provenientes de la fuente original. Esto incluye **áreas sin datos o áreas «NoData»**, las cuales, según de Souza Silva et al. (2023) requieren ser corregidas mediante métodos de interpolación. Además, la calidad de los datos SRTM puede ser afectada por la presencia de picos y sumideros, como señalan Sabino et al. (2017) . Las imperfecciones en el modelo de datos pueden resultar en errores en el mapa de la dirección del flujo.

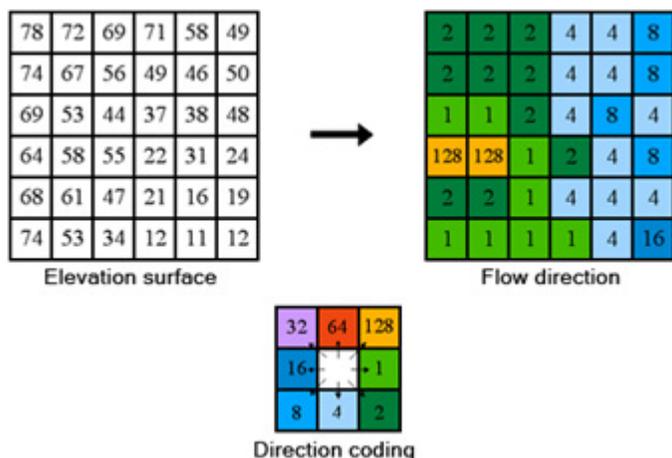
Para eliminar la presencia de valores NoData en el modelo se utiliza estadísticas focales. Esta tarea puede ser ejecutada utilizando la herramienta “ArcToolbox>Spatial Analyst Tools>Map Algebra>Raster Calculator”. Luego, se procede a corregir las elevaciones más altas y más bajas utilizando la herramienta “Spatial Analyst>Hidrology>Fill”.

- **Dirección de flujo:** en esta fase se genera un raster que contiene las direcciones de flujo de las celdas adyacentes, las cuales se determinan considerando las inclinaciones del

terreno. Según Rover et al. (2020) estas orientaciones de flujo reflejan las conexiones hidrológicas entre distintos puntos de una cuenca fluvial. La dirección de flujo se obtiene por medio del recurso “ArcToolbox>Spatial Analyst>Hidrology>Flow Direction”, lo cual se puede apreciar en la *Figura 3*.

Figura 3

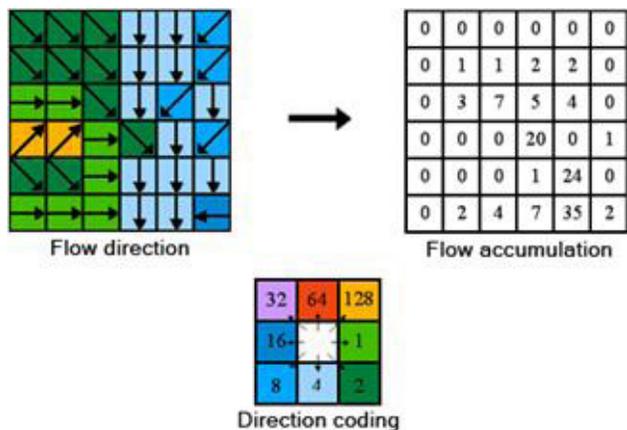
Procedimiento de Cálculo de la Dirección de Flujo



- **Acumulación de flujo y cálculo del umbral:** la acumulación de flujo se refiere al proceso que determina qué celdas contribuyen al flujo hacia una celda específica, y esto se determina a partir de la dirección del flujo. Como señalan Muller et al. (2019) la acumulación de flujo en una celda se calcula sumando los valores de acumulación de flujo de las celdas adyacentes que desembocan en ella. La acumulación de flujo se obtiene por medio del recurso “ArcToolbox>Spatial Analyst>Hidrology>Flow Accumulation”, lo cual se puede apreciar en la *Figura 4*.

Figura 4

Procedimiento de Cálculo de la Acumulación de Flujo



La siguiente etapa implica el cálculo del umbral. Según MMMAyA & VRHR (2010) este proceso implica el uso de un mapa de acumulación de flujo y la determinación del número mínimo de celdas que conforman el curso de agua, lo cual equivale al umbral. De acuerdo con IDEAM (2013) este cálculo se logra mediante un proceso iterativo de prueba y error, que permite identificar el nivel de acumulación que distingue al afluente principal y a cuatro contribuyentes adicionales. Los resultados de este cálculo proporcionan información sobre cuatro unidades de drenaje clasificadas como cuencas, y cinco clasificadas como intercuencas. Las primeras representan las áreas de drenaje y acumulación de flujo más extensas según la metodología Pfafstetter.

En el *software* ArcGIS, el procedimiento implica ir a la ventana “Layer”, luego seleccionar “Properties”, después “Symbology”, y posteriormente elegir “Classified” y “Classify”. En esta etapa, se establece una clasificación en dos grupos o categorías utilizando el método de “Natural Breaks - Jenks”. El primer grupo abarca valores desde 1 hasta un valor (N) calculado por la herramienta, mientras que el segundo grupo va desde el valor (N) hasta el valor máximo alcanzado por la acumulación de flujo. El valor (N) es crucial para los ensayos y se especifica a través de la opción “Classify” y “Break Value”. Una vez completado el cálculo del umbral, se procede a la reclasificación de los resultados obtenidos utilizando la herramienta “Reclassify” en la sección “ArcToolbox” y luego “Spatial Analyst Tools”. Aquí, se asigna el valor 0 al primer grupo y el valor 1 al segundo grupo. El segundo grupo es esencial para la siguiente etapa del proceso, ya que contiene información sobre los afluentes principales (MMMAyA & VRHR, 2010).

- **Red de drenajes:** la creación de la red de sistemas de drenaje es esencial para establecer los límites de las cuencas hidrográficas. En esta etapa, el paso principal implica reorganizar la acumulación de flujo, donde se asigna un valor de 1 al rango más alto, como se determinó en la fase previa del proceso.

El proceso se lleva a cabo a través de la herramienta Stream Link, accesible desde la caja de herramientas ArcToolbox, específicamente en la sección de Spatial Analyst Tools y luego Hydrology. Según la perspectiva de Acosta et al. (2016) Stream Link asigna identificadores únicos a las partes de una red de drenaje que están entre los puntos de intersección. Con base en el criterio de Oliveira y Pereira (2021) estos enlaces o “links” son los segmentos de la red de drenaje que conectan dos contribuyentes de manera consecutiva.

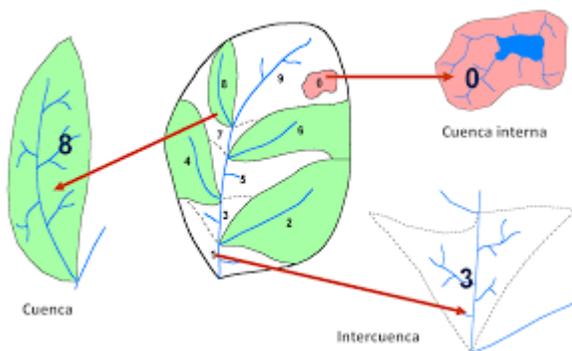
- **Generación de cuencas:** de acuerdo con el criterio de Amorim Teixeira et al. (2022) la creación de las áreas de drenaje o captación se lleva a cabo por medio del uso del mapa de dirección y acumulación de flujo, y este procedimiento se realiza empleando la herramienta “ArcToolbox>Spatial Analyst Tools>Hydrology>Watershed”. Una “Watershed” se define como la zona geográfica que contribuye con el flujo de agua que drena dentro de ella y fluye hacia un punto de salida específico.
- **Vectorización y codificación:** la etapa de vectorización implica la conversión de las cuencas, inicialmente en formato de cuadrícula (raster), en representaciones gráficas basadas en vectores. Esta fase marca el cierre del proceso metodológico y produce un

archivo *shapefile* que contiene los polígonos que delimitan las unidades hidrográficas. Siguiendo las pautas establecidas por la Autoridad Nacional del Agua (2021) es necesario ejecutar la herramienta “ArcToolbox” en el *software* GIS ArcGIS, específicamente la opción “Conversion Tools”, luego “From Raster” y finalmente “Raster To Polygon” para llevar a cabo este proceso.

La delimitación de las cuencas hidrográficas o áreas de captación según el método de Pfafstetter implica una estructura jerárquica que emplea una secuencia de diez dígitos para representar tanto el área de drenaje como los cursos de agua. Rover et al. (2020) manifiestan que los códigos pares (2, 4, 6 y 8) son asignados a las cuatro cuencas principales que abarcan las áreas de drenaje más extensas. Por otro lado, las intercuenas están asociadas con cinco unidades de drenaje de menor tamaño y se les asignan los dígitos 1, 3, 5, 7 y 9. Esta clasificación es respaldada por Autoridad Nacional del Agua (2021) quien añade que, en presencia de intercuenas, estas se identifican con el dígito 0, como se puede apreciar en la *Figura 5*.

Figura 5

Procedimiento de Codificación Pfafstetter



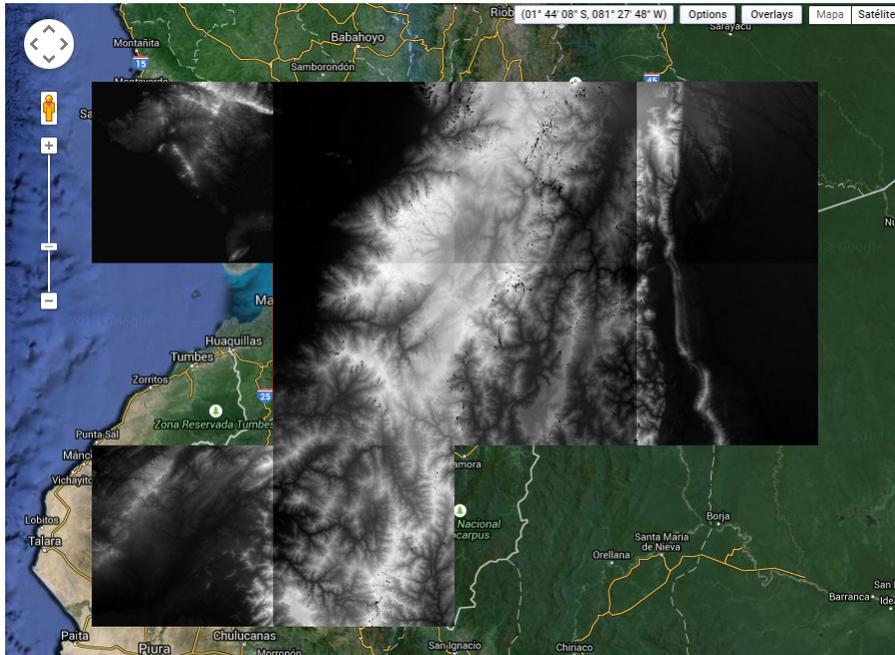
La codificación de las áreas de captación comienza desde el punto de salida del agua (la desembocadura) y se avanza en dirección contraria hacia el punto de origen del flujo de agua (la naciente de la cuenca). En ArcGIS se asigna el código numérico específico a cada unidad hidrográfica dentro de la tabla de atributos del archivo vectorial *shapefile*, que representa las unidades o áreas de captación delimitadas.

Resultados

Se obtuvieron las imágenes rasters en formato GeoTIFF a 30m de resolución espacial, lo cual se puede apreciar en la *Figura 6*.

Figura 6

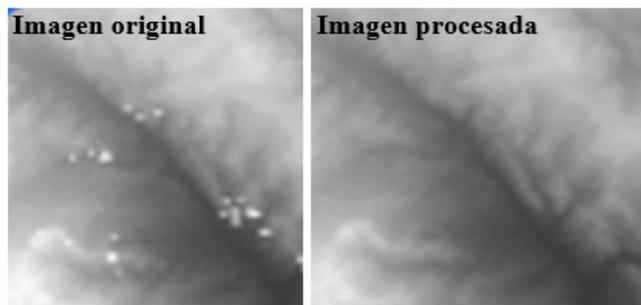
Obtención de Datos SRTM



Con base en los datos descargados se generó el mosaico de imágenes correspondiente al área de interés de la unidad hidrográfica 13946, las imágenes cubrían la totalidad del territorio. En la *Figura 7* se visualiza el MDE optimizado, el cual ha sido procesado para eliminar valores de ausencia de datos (“NoData”), así como para corregir elevaciones máximas y mínimas.

Figura 7

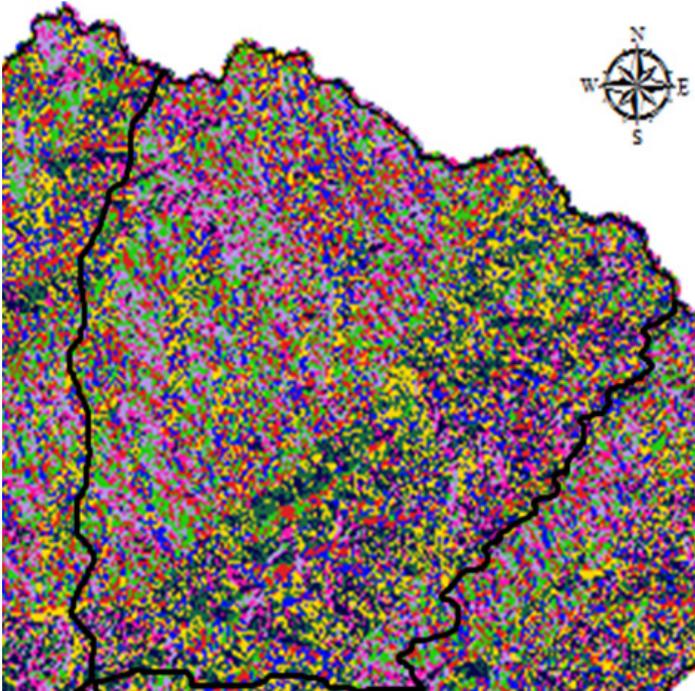
Imagen Procesada



En la *Figura 8* se puede apreciar el mapa de dirección de flujo de la unidad hidrográfica 13946. Cada celda almacena la dirección que apunta hacia su vecino con la mayor inclinación. Esta dirección de flujo se derivó del MDE optimizado durante la etapa previa del proceso.

Figura 8

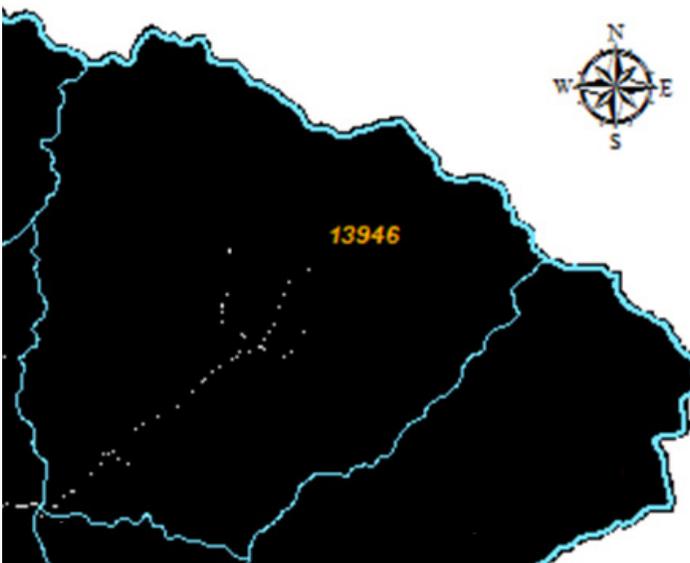
Dirección de Flujo



Después de un proceso de iteración y ajuste se logró establecer el umbral de acumulación de la unidad hidrográfica 13946, el cual es de 111.560 unidades de precipitación. Estos valores delimitan los conjuntos de canales que están relacionados con las áreas de flujo de agua de quinto nivel.

Figura 9

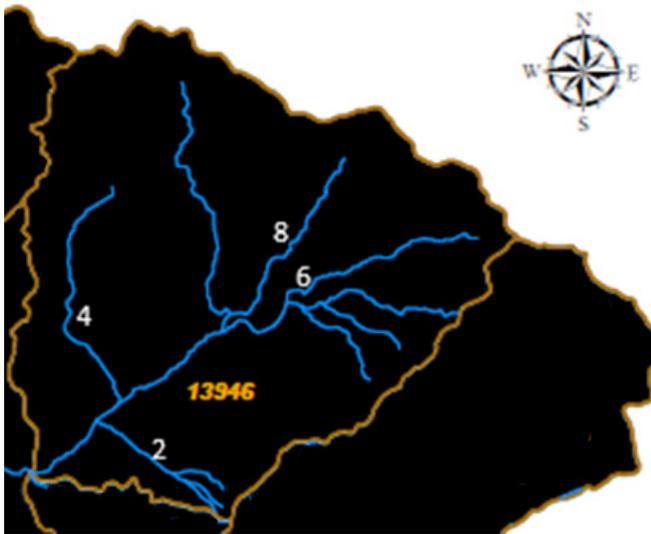
Umbral de Acumulación



En la *Figura 10* se presenta el mapa detallado de la red de drenaje, donde se destacan tanto el curso principal de agua como los cuatro afluentes significativos de la unidad hidrográfica 13946. Los drenajes etiquetados con números pares corresponden a las unidades hidrográficas de tipo cuenca.

Figura 10

Red de Drenajes



En la *Figura 11* se estructura el mapa de las áreas de captación delimitadas en la unidad hidrográfica 13946.

Figura 11

Unidades Hidrográficas Delimitadas



La delimitación de la cuenca 13946 arrojó como resultado 9 unidades hidrográficas en nivel 6, de las cuales 4 corresponden a tipo cuenca y 5 a intercuenca. Los códigos asignados a las nuevas unidades delimitadas son: 139461, 139462, 139463, 139464, 139465, 139466, 139467, 139468 y 139469. La codificación de las unidades hidrográficas en nivel 6 se establecieron en función al código 13946 del nivel 5, lo cual se puede apreciar de forma detallada en la *Tabla 1*.

Tabla 1

Unidades Hidrográficas Obtenidas

CUENCA	NIVEL 6	NOMBRE 6	TIPO	ÁREA Km ²	ÁREA Ha.
Unidad Hidrográfica 13946	139461	Unidad Hidrográfica 139461	Intercuenca	48.82	4,882.06
	139462	Unidad Hidrográfica 139462	Cuenca	113.20	11,320.49
	139463	Unidad Hidrográfica 139463	Intercuenca	7.22	722.20
	139464	Unidad Hidrográfica 139464	Cuenca	115.42	11,541.53
	139465	Unidad Hidrográfica 139465	Intercuenca	47.24	4,724.40
	139466	Unidad Hidrográfica 139466	Cuenca	183.36	18,336.02
	139467	Unidad Hidrográfica 139467	Intercuenca	0.78	77.67
	139468	Unidad Hidrográfica 139468	Cuenca	146.47	14,646.82
	139469	Unidad Hidrográfica 139469	Intercuenca	166.80	16,680.34

La codificación establecida para las cuencas o áreas de captación delimitadas se representa gráficamente en la *Figura 12*. En el mapa se pueden identificar a las unidades tipo cuenca e intercuenca, así como gráficamente apreciar la codificación definida para cada unidad hidrográfica, con base en lo detallado en la *Tabla 1*.

principales y sus afluentes. Esto permitió la identificación de las 9 unidades hidrográficas, que en territorio representan espacios de mayor nivel de detalle, lo cual contribuye a la gestión efectiva y distribución equitativa de los recursos disponibles. La codificación asignada a cada una es la siguiente: 139461, 139462, 139463, 139464, 139465, 139466, 139467, 139468 y 139469, siendo las de tipo cuenca con una área de 558,45 km², aquellas que ocupan mayor parte del territorio de la unidad 13946 del río Rircay, mientras que las de tipo intercuenca con un área de 270,86 km² representan un menor espacio de extensión territorial.

Cada área de captación se codificó siguiendo un estándar específico, y los resultados se almacenaron en un archivo *shapefile*. Las áreas de captación obtenidas permiten una mayor estandarización de las unidades hidrográficas, de acuerdo con los lineamientos establecidos por Ministerio del Ambiente. El proceso de delimitación de áreas de captación puede aplicarse a otros espacios utilizando *software* SIG.

Las áreas de captación resultantes son valiosas para la gestión operativa y estratégica en las entidades que requieren de esta información. El resultado de la investigación es un aporte significativo para la actualización de los sistemas de autorizaciones de uso de agua. Además, esta información es esencial para evaluar la ocupación del territorio, el uso actual de la tierra y las tendencias de cambio, lo que puede respaldar la formulación de proyectos de conservación de fuentes hídricas en los cantones que abarca la unidad hidrográfica 13946.

Referencias

- Acosta, D., Camarena, A., Chang, A., Díaz, A., Fuller, E., González, C., y Tejedor De León, A. (2016). Uso de software para el procesamiento de imágenes digitales para la definición de cuencas hidrográficas. *Revista de Iniciación Científica*, 2(1), 12-18. <https://core.ac.uk/reader/234019640>
- Alves, T., Oliveira, P., Rodrigues, D., y Ayres, F. (2010). Delimitação automática de bacias hidrográficas utilizando dados SRTM. *Engenharia Agrícola*, 30(1). <https://doi.org/10.1590/s0100-69162010000100005>
- Autoridad Nacional del Agua. (2021). *Marco metodológico de criterios técnicos para la identificación, delimitación y zonificación de cabeceras de Cuenca*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. <https://hdl.handle.net/20.500.12543/4893>
- de Amorim Teixeira, A., Moreira, A., Falco, F., Davis, C., Llacer, H., y Costa, N. (2022). Improvements on the Pfafstetter basin coding system proposal. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 27. <https://doi.org/10.1590/2318-0331.272220210120>
- de Souza Silva, L., Monteiro, A., de Matos, J., Schwaickart, T., Rizzi, E., Lopes, G., Francisco de França, R., Tarlé, T., Bezerra, A., y Queiroz, Gabriel. (2023). Uso do sistema de informações geográficas para caracterização e análise morfométrica em bacias hidrográficas: estudo de caso Do Rio Goiana, Pernambuco, Brasil. *Revista Geociências - UNG-Ser*, 21(2). <https://doi.org/10.33947/1981-741x-v21n2-5034>
- Goigochea, J. (2012). *Delimitación y codificación de unidades hidrográficas en el ámbito del Alto Huallaga* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://hdl.handle.net/20.500.14292/549>
- Guevara, J. (1987). Guía para la implementación de un SIG para la planificación regional y nacional. In *Conferencia Latinoamericana sobre informática en Geografía*. Ed. UNED, (pp. 57-67).
- Hernández, C., Lyon, D., Pérez, A., Nebiolo, G., García, J., y Sosa, L. (2012). *Tipos de Sistemas de Información TPS, MIS, DSS y ESS*. Sistema de Procesamiento de Transacciones, Universidad Simón Bolívar.
- IDEAM. (2013). *Zonificación y Codificación de Cuencas Hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia, Bogotá*. Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM.
- Juárez, M. (2016). *Delimitación de la cuenca y unidades hidrográficas del Arroyo La Encantada Saltillo Coahuila Mediante el Método Pfafstetter* [Tesis de Grado, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].
- Jumbo, F. (2015). Delimitación automática de microcuencas utilizando datos SRTM de la NASA. *Enfoque UTE*, 6(4), 81-97. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v6n4.80>

- Magacho, H., Telles, W., y Bedo, M. (2022). Pré-processamento de dados para Modelos Hidrológicos com o algoritmo k-Medoids: O caso do Rio Pomba. In *Anais Estendidos do XXXVII Simpósio Brasileiro de Bancos de Dados*, (pp. 1-6). SBC. https://doi.org/10.5753/sbbd_estendido.2022.21835
- Meléndez de la Cruz, J. (2019). La identificación de las cabeceras de cuencas hidrográficas: métodos y aplicaciones. *Investigaciones Sociales*, 22(40), 111-120. <https://doi.org/10.15381/is.v22i40.15890>
- MMAyA., y VRHR (2010). *Delimitación y codificación de unidades hidrográficas de Bolivia. Metodología Pfafstetter*. https://www.bivica.org/files/delimitacion-unidades-hidrograficas_resumen.pdf.
- Muller, Y., Rolim, F., y Noronha, F. (2019). Ottocodificação e análise altimétrica e da precipitação pluviométrica da bacia hidrográfica do rio Pelotas na divisa entre o Rio Grande do Sul e Santa Catarina. *Geographia Meridionalis*, 4(2), 227-245. <https://doi.org/10.15210/gm.v4i2.14202>
- Oliveira, E., y Pereira, E. (2021). Bacias hidrográficas. In: F. R. Pinto. *Compêndio Amazônico: Noções sobre Meio Ambiente*. Atena Editora. <https://doi.org/10.22533/at.ed.12721220326>
- Rover, L., Cavalcante, C., y Lira, F. (2020). Ottocodificação de pequenas bacias hidrográficas na Amazônia. *Revista de Estudos Ambientais*, 22(1), 15-23. <https://doi.org/10.7867/1983-1501.2020v22n1p15-23>
- Sabino, H., Vasques, G., Dart, R., y Hernani, L. (2017). Delimitação de microbacias hidrográficas a partir de um ponto de exutório específico (POUR POINT) utilizando dados SRTM. In: A. Perez Filho y R. R. Amorin (Orgs.). *Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento*. UNICAMP. Instituto de Geociencias. <https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.2130>
- Vorosmarty, C., Fekete, B., Meybeck, M., & Lammers, R. (2000). Global system of rivers: Its role in organizing continental land mass and defining land-To-Ocean linkages. *Global Biogeochemical Cycles*, 14(2). <https://doi.org/10.1029/1999GB900092>

Copyright (2024) © Freddy Aníbal Jumbo Castillo, Johnny Paul Novillo Vicuña, Joofre Antonio Honores Tapia y Oscar Efrén Cárdenas Villavicencio



Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons](#) 4.0.

Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento — remezclar, transformar y crear a partir del material—para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de Atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios.

Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) – [Texto completo de la licencia](#)

Análisis y repotenciación del sistema eléctrico e inyección de un vehículo Suzuki Forsa 1

Analysis and repowering of the electrical and injection system of a Suzuki Forsa 1 vehicle

Fecha de recepción: 2023-08-03 • Fecha de aceptación: 2023-10-03 • Fecha de publicación: 2024-02-10

Joseph Alexander Saavedra Quishpe¹

Instituto Tecnológico Superior Universitario Oriente, Ecuador

jasaavedra@itsoriente.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0008-1787-4317>

E. Fabián Rivera²

Instituto Tecnológico Superior Universitario Oriente, Ecuador

frivera@itsoriente.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-2612-4760>

RESUMEN

El presente artículo propone el análisis y la mejora del sistema eléctrico y la inyección del vehículo Suzuki Forsa 1 del Instituto Tecnológico Superior Oriente. Se emplean diversas herramientas de diagnóstico y desmontaje, como el dinamómetro, el software RaceTec R1000 y un multímetro, para diagnosticar el comportamiento del vehículo, desmontar las piezas originales y montar las piezas mejoradas. Adicionalmente, se realiza la programación de los componentes eléctricos para potenciar la seguridad y el rendimiento del vehículo. La repotenciación demuestra la importancia del rendimiento del vehículo en buen estado y su contribución al aumento de potencia y seguridad. Los resultados prerrepotenciación indican un torque de 37,4 lb.pie a 3000 RPM y una potencia de

21,4 HP a 4000 RPM. Tras la repotenciación con inyección electrónica, se obtienen 60,8 lb.pie a 3500 RPM y 40,9 HP a 4000 RPM. En consecuencia, se concluye que la repotenciación mejora las condiciones de funcionamiento. Antes de la repotenciación, con el sistema a carburador y sistema eléctrico deteriorado, la velocidad máxima era de 130 km/h; después de la repotenciación se logra alcanzar los 150 km/h.

PALABRAS CLAVE: vehículo automotor, propiedad eléctrica, taller de reparación, equipamiento electrónico

ABSTRACT

This article proposes the analysis and improvement of the electrical system and injection of the Suzuki Forsa 1 vehicle of the Instituto Tecnológico Superior Oriente. Several diagnostic and disassembly tools, such as the dynamometer, RaceTec R1000 software and a multimeter, are used to diagnose the behavior of the vehicle, disassemble the original parts and assemble the improved parts. In addition, the electrical components are programmed to enhance the vehicle's safety and performance. Repowering demonstrates the importance of vehicle performance in good condition and its contribution to increased power and safety. Pre-repowering results indicate a torque of 37.4 lb.ft. at 3000 RPM and a power output of 21.4 HP at 4000 RPM. After repowering with electronic injection, 60.8 lb.ft. at 3500 RPM and 40.9 HP at 4000 RPM are obtained. Consequently, it is concluded that the repowering improves the operating conditions. Before the repowering, with the carburetor system and deteriorated electrical system, the maximum speed was 130 km/h; after the repowering, 150 km/h is achieved.

KEYWORDS: motor vehicle, electrical property, repair shop, electronic equipment

Introducción

La industria automotriz a nivel global ha experimentado un proceso de constante transformación, especialmente en las últimas décadas, situándola como una de las más dinámicas en la era actual, con notables repercusiones en diversas economías en términos de productividad, avances tecnológicos y competitividad (Carbajal, 2010). En el sector automotriz, la prioridad otorgada a la seguridad resulta crucial, garantizando que los usuarios no enfrenten riesgos ni peligros inherentes al vehículo. Por lo tanto, este ámbito está sometido a una amplia gama de regulaciones, respaldadas por entrenamientos en entornos inmersivos (Rivera et al., 2021).

Los vehículos motorizados, incluyendo automóviles, deben cumplir con normativas tanto a nivel local como internacional, para acceder al mercado. En este contexto se destaca la norma ISO 26262, considerada como altamente confiable en materia de seguridad vehicular. En México, esta norma establece los requisitos mínimos de seguridad, especificaciones y métodos de evaluación para reguladores y/o reguladores-vaporizadores empleados en sistemas de carburación a Gas L.P.

Los parámetros técnicos de seguridad de los sistemas de carburación en vehículos automotores de combustión interna y motores estacionarios se encuentran contemplados en esta norma. Asimismo, la norma engloba sistemas automotrices a Gas L.P. en fase vapor, ya sea mediante mezcladores o inyectores, y sistemas en fase líquida operados con bomba e inyectores. Adicionalmente, se establece el proceso para evaluar la conformidad con estas regulaciones (Energía, 2010).

En la industria automotriz, los motores de combustión interna se dividen en motores de dos tiempos y motores de cuatro tiempos. Entre ellos, el motor de gasolina de cuatro tiempos prevalece como el más común en automóviles y diversas aplicaciones con motores estacionarios (Semblantes, 2023).

La relación aire-combustible que alimenta el motor se regula mediante la distribución de combustible, buscando optimizar el llenado de cilindros. Aunque las necesidades varíen, tanto mezclas ricas como pobres son requeridas en distintas circunstancias. Para asegurar esta dosificación precisa, el carburador o el sistema de inyección desempeñan un papel fundamental al preparar la mezcla conforme a las demandas del motor. En este contexto, el carburador, aunque antiguo, ha experimentado un elevado nivel de desarrollo debido a avances tecnológicos y electrónicos.

A pesar de la evolución hacia sistemas como la inyección y motores eléctricos, estas alternativas también se encuentran en el uso cotidiano. El interés en alternativas de sistemas de combustión radica en la reducción del consumo de combustible, la emisión reducida de contaminantes y el aumento de la potencia (Simbaña-Arias et al.2022). En cuanto a la inyección, existe la inyección mecánica y la electrónica. La inyección mecánica opera mediante señales mecánicas de entrada y salida (energía cinética del aire de admisión, presión de gasolina), mientras que la electrónica convierte estas señales primarias en señales eléctricas para calcular las señales de salida. Hoy en día, los sistemas mecánicos son respaldados por la electrónica, permitiendo un control más preciso y eficiente.

La electricidad y la electrónica automotriz abarcan componentes y sistemas esenciales para el funcionamiento vehicular. El término “electricidad” tiene su origen en la palabra griega “Elektron”, que se refiere al “ámbar”. En términos generales, la electricidad se define como la fuerza que impulsa a los electrones (Martínez, 2013). La electrónica se ha desarrollado a partir de avances significativos en cuidados eléctricos y electrónicos, y se apoya en fundamentos como la teoría electromagnética y la teoría de circuitos, estableciendo la base para la conversión de energía eléctrica en otros tipos, y viceversa (Cárdenas, 2009).

La electrónica de consumo ha influido en la evolución de las funciones de comunicación y entretenimiento de los vehículos, estableciendo demandas más rigurosas. En el ámbito automotriz, los sistemas mecánicos están cediendo terreno gradualmente ante los sistemas electrónicos. Ejemplificando este cambio, las unidades de control electrónico representan el núcleo del vehículo, abarcando funciones diversas, como el control de la combustión. La innovación se torna cada vez más interdisciplinaria, fusionando áreas como ciencias de materiales, industria química y electrónica. La progresión de la electrónica impacta en múltiples campos, transformando cómo los vehículos operan y se interconectan con las demandas contemporáneas.

La electricidad en el contexto automotriz desempeña un papel fundamental, ya que su sistema es responsable de generar, almacenar y suministrar corriente eléctrica a diversos componentes electrónicos del vehículo. Con el tiempo de uso o la falta de mantenimiento adecuado, estos elementos electrónicos y vías de suministro eléctrico pueden degradarse. Este fenómeno es común en vehículos de diferentes gamas, incluidos los de alta, media y baja, como el vehículo Suzuki Forsa.

En esta perspectiva, el presente proyecto se enfoca en el análisis y la mejora de un vehículo Suzuki Forsa 1. El objetivo es identificar los efectos perjudiciales que provocan factores climáticos como el polvo, el agua y el manejo inadecuado de los componentes eléctricos. La intención es restaurar la funcionalidad y el rendimiento óptimo del vehículo, considerando que estos factores externos pueden comprometer su desempeño. Mediante este proyecto, se busca abordar las consecuencias de los elementos ambientales y el uso incorrecto de los componentes eléctricos, con el fin de asegurar la fiabilidad y durabilidad del vehículo Suzuki Forsa 1, garantizando su adecuado funcionamiento y desempeño en diversas condiciones.

En tal sentido, se recurrió a una serie de trabajos relacionados con esta temática, con los cuáles se ha llevado a cabo una investigación exhaustiva con relación al sistema eléctrico y la mejora del vehículo Suzuki Forsa 1. Se ha identificado que la falta de un mantenimiento preventivo en los sistemas auxiliares del vehículo puede dar lugar a problemas que afecten al funcionamiento óptimo del motor de combustión interna. Por lo tanto, para mejorar el rendimiento de los motores de combustión interna de carburador (Salinas, 2011) se ha implementado la instalación de un compresor.

Esta solución tecnológica ofrece alternativas para abordar cuestiones como el aumento de potencia, la eficiencia en el consumo de combustible y el impacto ambiental, aspectos que influyen directa o indirectamente en diversos ámbitos, incluida la salud y el desarrollo nacional. Adicionalmente, se observa que la falta de un mantenimiento adecuado puede requerir la

repotenciación de los motores de combustión interna (García y Jordán, 2012) llevó a cabo la repotenciación de un motor de combustión interna a gasolina en un vehículo Chevrolet Swift, mediante la incorporación de un módulo de motor con sistema de inyección Bosch LE3.

La implementación de estas tecnologías implica un aspecto crucial: el ensamblaje del arnés de cables, permitiendo la interacción entre sensores y actuadores con el módulo de control eléctrico (ECM), facilitando la comunicación en tiempo real con el usuario a través de un escáner y una interfaz OBD 1 bidireccional. Por otro lado, se reconoce que la electricidad básica sigue siendo un conocimiento técnico complejo, con una evolución rápida. Los circuitos o sistemas que se consideran novedosos en un momento, pueden volverse comunes en meses y obsoletos en años. De manera similar, (Barrera y Ros, 2016) resalta la precisión, modernidad y claridad de la información proporcionada por los sistemas eléctricos y de seguridad y conformidad, que se presentan de manera concisa y actualizada en el mercado, lo que los convierte en una herramienta esencial para los vehículos.

Metodología

Este artículo se centra en la realización y evaluación de la repotenciación del sistema eléctrico y de inyección del vehículo Suzuki Forza 1, una actualización implementada en el año 2022. El sistema eléctrico comprende una serie de componentes electrónicos o eléctricos como resistencias, inductancias, condensadores, fuentes y dispositivos semiconductores, que están interconectados para generar, transportar o modificar señales eléctricas y electrónicas.

En la etapa inicial de la inspección preliminar se examinan, tanto los componentes mecánicos, como electrónicos, que serán removidos del vehículo. Esto es crucial para determinar qué partes se retirarán y cuáles se conservarán, con el objetivo de lograr una adaptación precisa. Al evaluar el sistema eléctrico del vehículo Suzuki Forza 1 se identificaron deficiencias que afectaban su correcto funcionamiento. Elementos esenciales como la batería, fundamental para el encendido del vehículo estaban ausentes. La ausencia de una caja de fusibles generó problemas, ya que las conexiones se realizaban directamente, lo que resultó en elementos quemados, cables deteriorados y un desorden en las conexiones eléctricas. Las siguientes *Figura 1* y *Figura 2* ilustran el estado del vehículo en cuestión.

La repotenciación se llevó a cabo para remediar estas deficiencias y garantizar un funcionamiento óptimo del sistema eléctrico e inyección del vehículo, lo que resulta crucial para su rendimiento y seguridad.

Figura 1

Sistema Eléctrico en Mal Estado

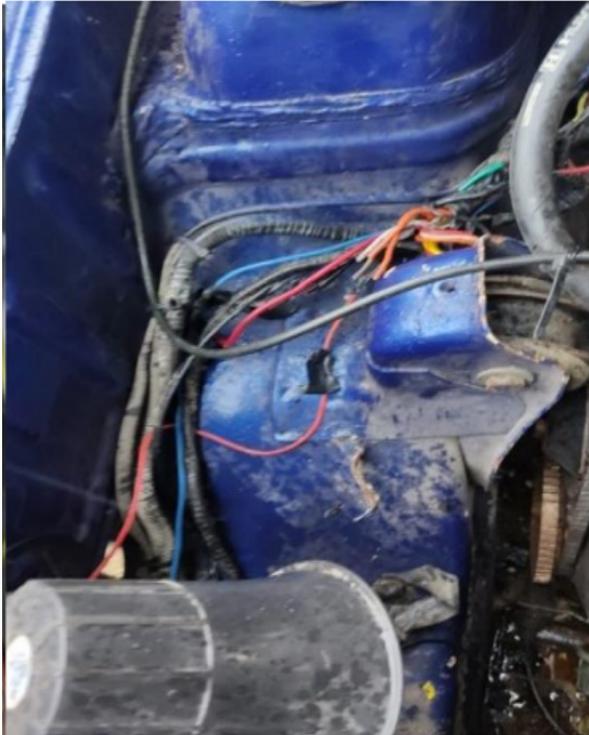


Figura 2

Imagen de Caja de Fusibles



La repotenciación del sistema eléctrico implicó un análisis exhaustivo de sus componentes. Este proceso permitió la creación de un nuevo circuito eléctrico utilizando la plataforma Proteus. En esta plataforma, cada componente fue representado visualmente, lo que facilitó el cálculo del consumo de energía y la selección de fusibles adecuados. Se aplicaron las siguientes ecuaciones para realizar estos cálculos en diferentes aspectos, como luces altas y bajas, luces de parqueo, direccionales, luces de freno y luces de retro.

Cada uno de estos circuitos fue diseñado individualmente en la plataforma Proteus, dado que conforman el conjunto del sistema eléctrico completo. Este enfoque de diseño permitió asegurar que cada componente cumpliera con los requisitos de consumo de energía y fuese protegido adecuadamente mediante la selección de fusibles apropiados. La utilización de la plataforma Proteus resultó fundamental en este proceso, dado que brindó la capacidad de modelar y analizar con precisión los diferentes aspectos del sistema eléctrico repotenciado.

Ecuación 1

Ecuación de Consumo de Corriente

$$P = V * I$$

Donde:

P: Potencia (watt), V: Voltaje del sistema eléctrico (voltios) e I: Intensidad de corriente del sistema (amperaje)

Ecuación 2

Ecuación de Cálculo de Resistencia que tiene el Sistema Eléctrico

$$V = R * I$$

Donde:

V: Voltaje del sistema eléctrico (voltios), I: Intensidad de corriente del sistema (amperaje) y R: Resistencia (ohmios)

Ecuación 3

Ecuación de Cálculo de Capacidad del Fusible

$$\text{Corriente de fusible} = \frac{\text{Corriente de consumo}}{0,9}$$

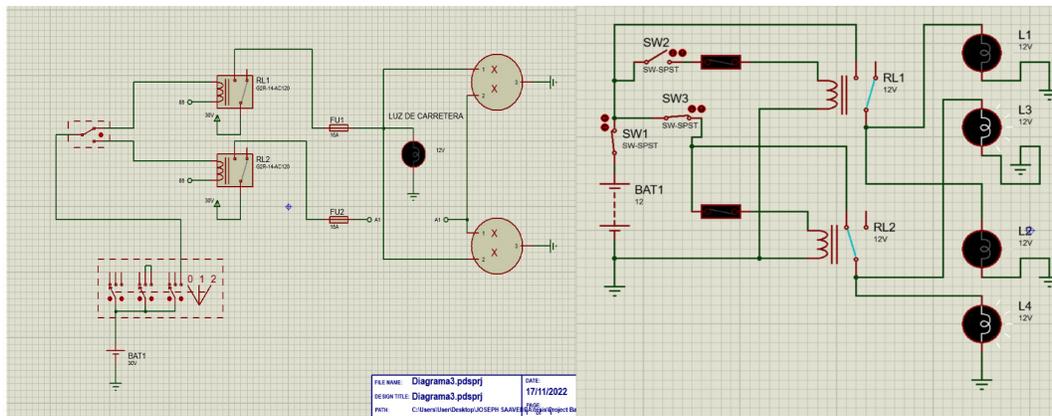
$$\text{Corriente de fusible} = \frac{\sum I}{0,9}$$

2.1 Sistema eléctrico de luces altas y bajas

En la siguiente *Figura 3* del diagrama eléctrico de luces de altas y bajas se equipó con dos halógenos H4 de 60 watts de potencia.

Figura 3

Circuito Eléctrico de Luces Altas y Bajas



Con la ecuación 1 se calcula el consumo de corriente, con la ecuación 2 se calcula la resistencia y con la ecuación 3 se calcula la selección de la capacidad del fusible; se mostrará una tabla en donde estarán los datos de cada calculo que esta tabla encontrará en cada uno de los sistemas eléctricos con sus respectivos resultados.

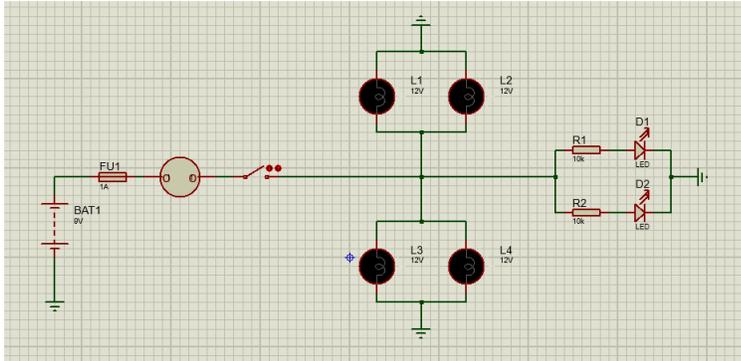
Tabla 1

Resultados de Consumo de Corriente, Resistencia y Capacidad de Fusible

Detalle	Consumo de corriente	Cálculo de resistencia	Capacidad del fusible
Ecuación	$P = V * I$	$P = V * I$	$\frac{\text{Corriente de consumo}}{0,9} = \frac{\sum I}{0,9}$
Resultado	$I = 5 \text{ Amp}$	$R = 2,4 \Omega$	Corriente de fusible= 11,31 Amp

2.2 Luces de parqueo

En la siguiente *Figura 4* se observa el diagrama eléctrico del sistema de parqueo.

Figura 4*Figura de Luces de Freno***Tabla 2***Resultados de Consumo de Corriente, Resistencia y Capacidad de Fusible*

Detalle	Consumo de corriente	Cálculo de resistencia	Capacidad del fusible
Ecuación	$P = V * I$	$P = V * I$	$\frac{\text{Corriente de consumo}}{0,9} = \frac{\sum I}{0,9}$
Resultado	$I = 1.75 \text{ Amp}$	$R = 6.85 \Omega$	Corriente de fusible= 11.76 Amp

2.3 Luces de direccionales

El diagrama de luces direccionales (*Figura 4*) consta de cuatro a seis focos de color naranja situados delante, en la parte lateral y atrás de vehículo existen también dos testigos de color verde en el tablero de instrumentos para avisar al conductor la dirección que va a tomar.

Los focos están colocados en los extremos más salientes del vehículo y se encienden únicamente los correspondientes a un lado (izquierdo o derecho) a la vez, de manera intermitente, con una frecuencia de 60 a 120 pulsaciones por minuto. La potencia de los focos varía entre 10 a 21 vatios; se utiliza un conductor AWG # 16.

Figura 5

Figura de Luces Direccionales

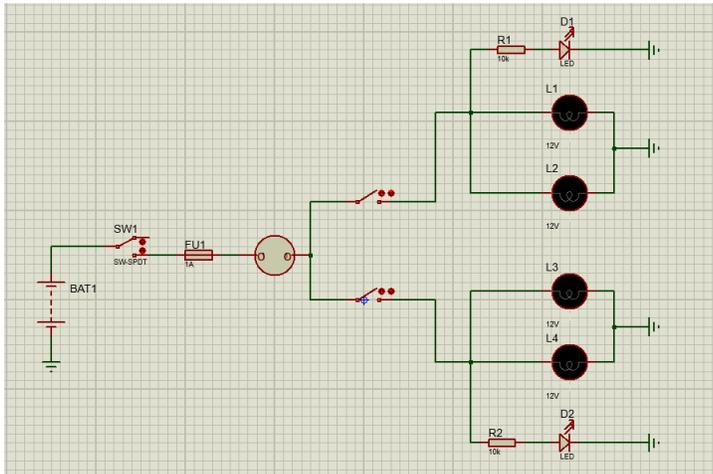


Tabla 3

Resultados de Consumo de Corriente, Resistencia y Capacidad de Fusible

Detalle	Consumo de corriente	Cálculo de resistencia	Capacidad del fusible
Ecuación	$P = V * I$	$P = V * I$	$\frac{\text{Corriente de consumo}}{0,9} = \frac{\sum I}{0,9}$
Resultado	$I = 1,75 \text{ Amp}$	$R = 6,85\Omega$	Corriente de fusible= 5,83 Amp

2.4 Las luces de freno

En la siguiente *Figura 6* se visualiza el diagrama de circuito de luces de freno.

Figura 6

Figura de Luces de Freno

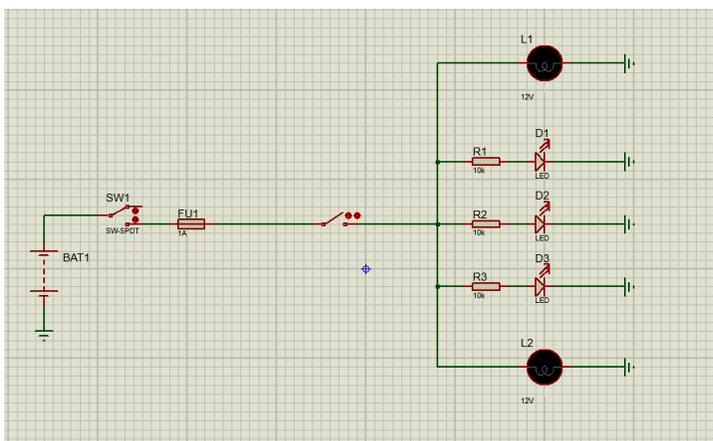


Tabla 4

Resultados de consumo de corriente, resistencia y capacidad de fusible

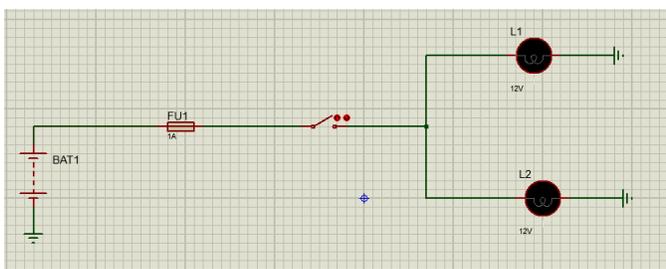
Detalle	Consumo de corriente	Cálculo de resistencia	Capacidad del fusible
Ecuación	$P = V * I$	$P = V * I$	$\frac{\text{Corriente de consumo}}{0,9} = \frac{\sum I}{0,9}$
Resultado	$I = 2,66 \text{ Amp}$	$R = 4,51\Omega$	Corriente de fusible= 8,86 Amp

2.5 Sistema de luces de retro

Diagrama eléctrico de marcha atrás para este sistema se utilizó dos lámparas incandescentes de 21 W. Ver *Figura 7*.

Figura 7

Sistema de Luces de Freno

**Tabla 5**

Resultados de Consumo de Corriente, Resistencia y Capacidad de Fusible

Detalle	Consumo de corriente	Cálculo de resistencia	Capacidad del fusible
Ecuación	$P = V * I$	$P = V * I$	$\frac{\text{Corriente de consumo}}{0,9} = \frac{\sum I}{0,9}$
Resultado	$I = 1,75 \text{ Amp}$	$R = 6,851\Omega$	Corriente de fusible= 3,88 Amp

2.6 Desmontaje de carburador

El carburador es un componente mecánico presente en la mayoría de los motores de combustión interna. Su principal objetivo es mantener una mezcla uniforme entre el aire y el combustible en las proporciones adecuadas para garantizar el correcto funcionamiento del motor. En la *Figura 8* se puede observar claramente el deterioro y las piezas faltantes del carburador del vehículo. Esta situación impide que el carburador cumpla su función de manera eficiente, lo que a su vez afecta el rendimiento del motor de forma significativa.

Figura 8

Sistema de Carburación

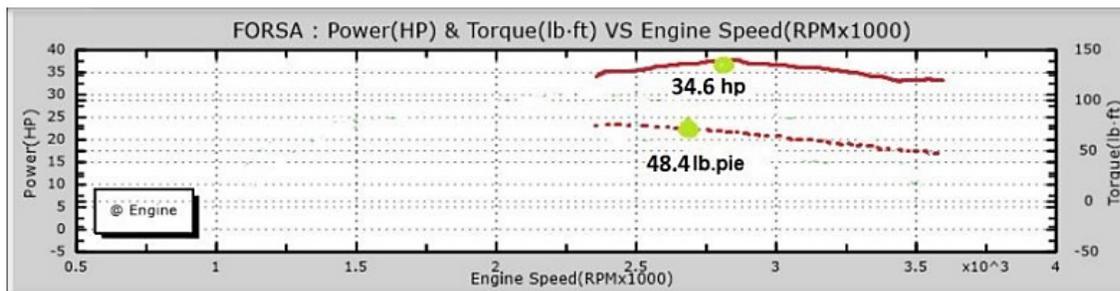


2.7 Pruebas de torque y potencia con el sistema a carburador en el dinamómetro

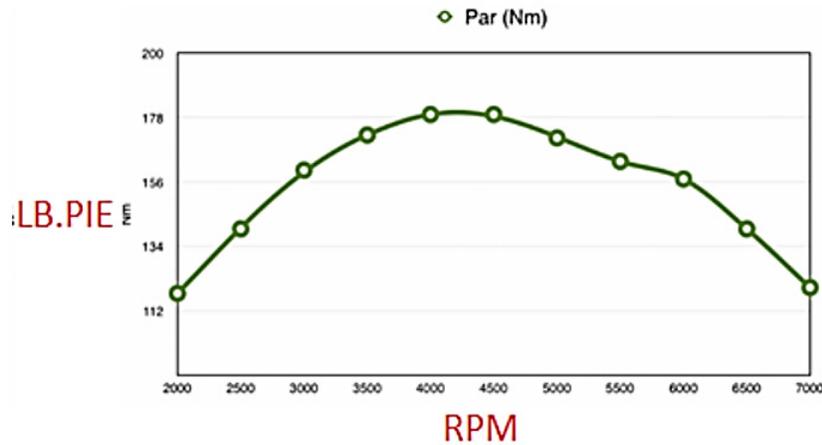
Las primeras pruebas de rendimiento del auto se realizaron para recopilar los datos del rendimiento del vehículo Suzuki Forza I, haciendo uso del dinamómetro Dynox lo que sirve como dato inicial para hacer la comparación de rendimiento del vehículo Suzuki Forza I.

Figura 9

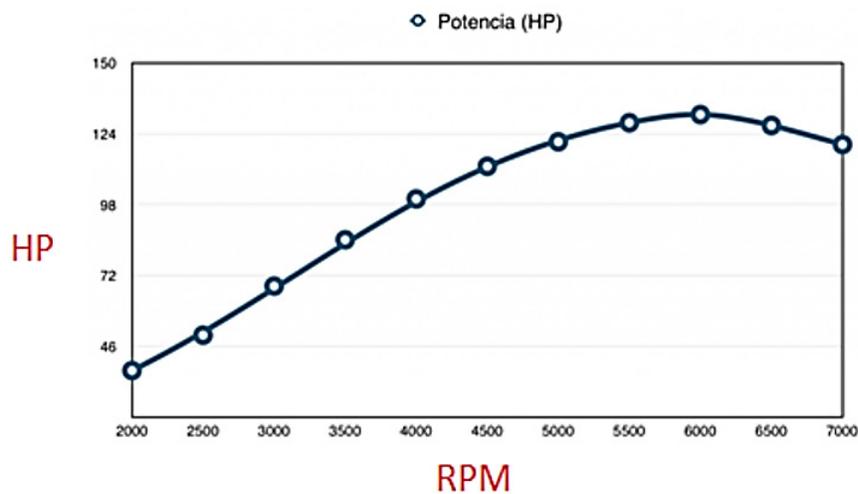
Resultado de la Prueba de Dinamómetro con Sistema a Carburador



En la siguiente *Figura 10* se demuestra la forma de la curva que representa el torque al momento de tener el motor encendido.

Figura 10*Curva de Torque*

La siguiente *Figura 10* demuestra la forma de la curva que representa la potencia. Tomado el motor encendido.

Figura 11*Curva de Potencia*

Para proceder con la instalación de la inyección electrónica se debe tomar en cuenta el sistema a carburador para verificar qué elementos se debe quitar para proceder con la adaptación correctamente. Se procede a quitar las partes, el carburador (ver *Figura 11*) con todas sus conexiones de combustible y eléctricas, múltiple y el depurador con su filtro, el resultado de las partes desmontadas que se obtiene se puede ver en las siguientes imágenes.

Figura 12

Carburador



2.8 Adaptación de partes mecánicas

Para un funcionamiento normal se realiza algunos ajustes para colocar las partes nuevas al motor y no tener fugas de aceite o de combustible.

- Múltiple de admisión
- ITB
- Regulador de presión de combustible
- Cable de acelerador
- Rueda fónica

2.9 Adaptación de partes electrónicas

La mayoría de las partes adaptadas terminan siendo electrónicas, que son fundamentales para un correcto funcionamiento del motor.

- ECU
- Activación de electro ventilador por medio de ECU
- Bomba de combustible
- Inyectores
- Bobinas
- Wideband
- Sensores (IAT, ECT, TPS, CKP)
- Sistema de seguridad (fusibles, relés)

2.10 Adaptación de inyectores

Los inyectores desempeñan un papel de vital importancia, ya que su correcto funcionamiento es esencial para el arranque del motor al suministrar el combustible necesario. La limpieza y calibración adecuada de los inyectores en un banco de pruebas resulta crucial para garantizar su operación óptima.

La repotenciación del sistema de inyección se convierte en una estrategia efectiva para optimizar el funcionamiento del motor. Al llevar a cabo esta mejora se obtiene un aumento en la potencia, un mejor rendimiento general y una disminución en el consumo de combustible, contribuyendo así a una experiencia de manejo más eficiente y sostenible.

2.11 Lo bueno y lo malo de la repotenciación

2.11.1 Lo bueno

El vehículo al tener más potencia y torque con el sistema de inyección provoca el aumento del consumo de combustible, esto quiere decir que los gases de escape aumentan notablemente junto con el más considerable desgaste del motor.

2.11.2 Lo malo

El vehículo, al tener más potencia, el consumo de combustible aumenta, esto quiere decir que los gases de escape aumentan notablemente junto con el desgaste del motor más considerable. Los efectos de la contaminación ambiental sobre el ser humano, y sobre los seres vivos son devastadores; las emisiones tóxicas de los motores de automóvil ocasionan desde problemas leves, como son dolores de cabeza, reducción de la capacidad de reacción y concentración, falta de visibilidad, ennegrecimiento de los edificios y monumentos, hasta serios trastornos en la salud y enfermedades crónicas de las vías respiratorias, pulmones, corazón, sistema digestivo, cerebro, etc. (Semblantes, 2023).

2.12 Consumo de combustible

El consumo de combustible se determinó con una prueba realizada en carretera con 97 Km con un tiempo de 1 hora y 36 minutos, en el cual se pudo determinar un consumo de 1.99 galones. En la siguiente *Tabla 6* se muestran los datos establecidos.

Tabla 6

Consumo de Combustible

DATOS OBTENIDOS			
TIEMPO	DISTANCIA	VELOCIDAD	CONSUMO
1 hora 36 minutos	97 km	60-80 km/h	1.99galones

Resultados

Anteriormente el consumo de luz del vehículo era muy elevado; en la siguiente tabla se mostrarán los resultados del consumo del sistema eléctrico del vehículo Suzuki Forsa 1.

Tabla 7

Consumo de todas las Luces

CONSUMO DE TODAS LAS LUCES			
NOMBRE	POTENCIA	VOLTAJE	AMPERAJE
Luz Alta	60w	12v	15A
Luz Media	2w	12v	3A
Direccional	3w	12v	4A
Freno	1w	12v	2A
Retro	2w	1v	3A
Parqueo	3w	12	2A

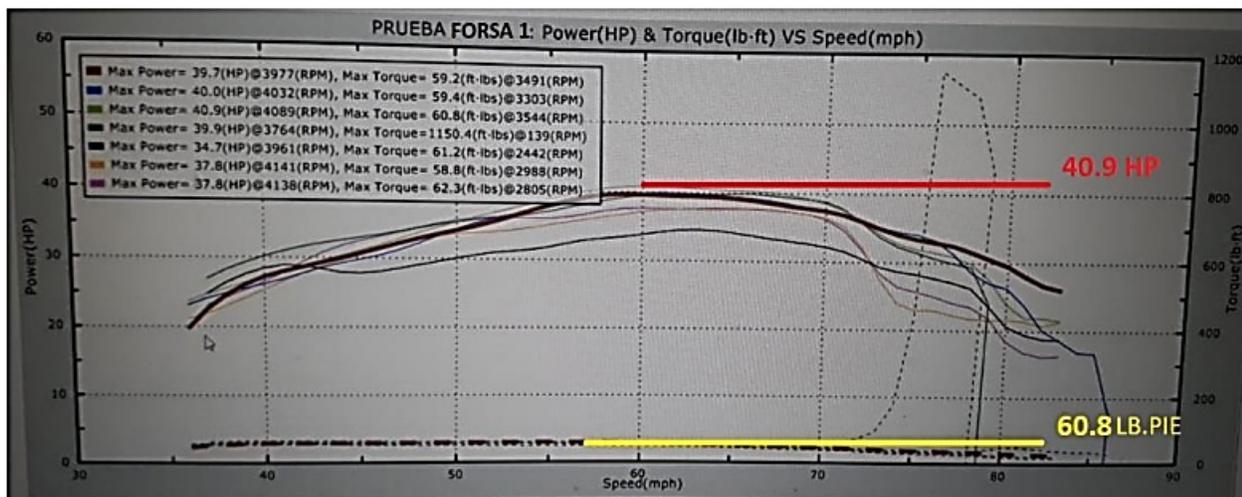
La repotenciación tuvo un impacto positivo en la potencia de los componentes eléctricos, optimizando el consumo de energía y agilizando el encendido del motor. Los componentes de iluminación fueron especialmente beneficiados, al presentar un consumo de energía óptimo que asegura un arranque rápido y seguro del motor. La repotenciación contribuyó a la eficiencia de los componentes, minimizando cualquier riesgo de cortocircuitos.

En detalle, el consumo de energía de las luces altas se mantuvo en un rango de 100-90W, con un amperaje de 10A y un voltaje de 12V, un estándar aplicable a los demás componentes mencionados. Las luces medias, las direccionales, las luces de freno, las luces de retro y las luces de parqueo, todas comparten una potencia de 5W. Además, las luces de freno, retro y parqueo registran un amperaje de 1A, mientras que las luces medias con direccionales presentan un amperaje de 2A.

En las pruebas realizadas con dinamómetro se obtiene diferentes resultados que sirven para hacer una comparación y notar el incremento que se obtuvo en el sistema de inyección electrónica.

Figura 13

Resultado de la Prueba de Dinamómetro con Sistema de Inyección Electrónica



En los resultados obtenidos antes de la repotenciación con el sistema a carburador se obtienen los resultados de torque 37,4 lb.pie a 3000 RPM y potencia 21,4 HP a 4000 RPM que representa su rendimiento. Posteriormente con los resultados de la repotenciación se obtiene un favorable aumento de rendimiento con el sistema de inyección electrónica, comparado con el carburador 60,8 lb.pie a 3500 RPM y 40,9 HP a 4000 RPM. En la siguiente *Tabla 8* se muestra la comparación de los dos sistemas mencionados.

Tabla 8

Análisis Comparativo de carburador e inyección

Detalles	Carburado	Inyección	Rendimiento
Torque	48,4 lb-pie	60,8 lb-pie	26 %
Potencia	34,6 HP	40,9 HP	18.2 %

Conclusión

La repotenciación de los sistemas eléctrico y de inyección electrónica han contribuido significativamente a mejorar el rendimiento general del vehículo. Por medio de una investigación exhaustiva, se pudo observar un progreso gradual en el comportamiento del vehículo Suzuki Forza 1 en carretera, gracias a la implementación de estos dos sistemas optimizados. Previamente, con el sistema de carburador y el sistema eléctrico en mal estado el vehículo alcanzaba una velocidad máxima de 130 km/h; sin embargo, tras la repotenciación se logró elevar esta velocidad máxima a 150 km/h.

La adecuada instalación y funcionamiento de los sistemas eléctrico y de inyección electrónica se revelan como factores decisivos para obtener un mejor rendimiento del vehículo. Esta repotenciación no solo proporciona un incremento en el rendimiento, sino que también fomenta

la especialización del vehículo en términos de su capacidad y desempeño. El conocimiento y la experiencia acumulados a través de trabajos especializados permiten maximizar el potencial del vehículo y su rendimiento en diversas situaciones. En resumen, la repotenciación de estos sistemas se traduce en un vehículo más eficiente y capaz, respaldado por la investigación y la experiencia práctica.

Referencias

- Barrera, O., y Ros, J. (2016). *Sistemas eléctricos y de seguridad y confortabilidad*. Paraninfo.
- Carbajal, Y. (2010). Sector automotriz: reestructuración tecnológica y reconfiguración del mercado mundial. *Paradigma económico*, 2(1), 24-52. <https://www.redalyc.org/pdf/4315/431565610002.pdf>
- Cárdenas, R. (2009). *Diseño electrónico análogo*. Departamento de Caldas Republica de Colombia Marzo de.
- Energía, S. d. (2010). Norma Oficial Mexicana.
- García, C., y Jordán, M. (2012). *Repotenciación de un motor de combustión interna a gasolina de un vehículo Chevrolet Swift, por medio de un módulo de control de motor con sistema de Inyección Bosch LE3 - JETRONIC* [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2293>
- Martínez, J. (2013). *Diseño conceptual de un laboratorio de electrónica y electricidad automotriz para la Institución Universitaria Pascual Bravo* [Tesis de Grado, Institución Universitaria Pascual Bravo Decanatura de Mecánica y Afines]. <https://repositorio.pascualbravo.edu.co/handle/pascualbravo/383>.
- Salinas, A. (2011). *Montaje de un turbocompresor a un motor de combustión interna a carburador para aumentar su rendimiento e incorporarlo al Laboratorio de Vehículos de la Escuela de Ingeniería Automotriz*. [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo] <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1523>
- Semblantes, Y. (2023). *Estudio de emisiones de gases en vehículos de combustión interna a diferentes condiciones de trabajo para revisión técnica vehicular* [Tesis de Maestría, Universidad Técnica del Norte Facultad de Postgrado]. .
- Simbaña-Arias, E., Coronel-Valencia, C., Guasumaba-Malla, J., y Calero-Torres, D. (2022). Carburadores vs inyectores, semejanzas y diferencias entre estos elementos del sistema de combustión. *Polo del Conocimiento. Revista científico-profesional*, 7(4), 363-375. DOI: 10.23857/pc.v7i4.3829.

Copyright (2024) © Joseph Alexander Saavedra Quishpe y E. Fabián Rivera



Este texto está protegido bajo una licencia internacional [Creative Commons](#) 4.0.

Usted es libre para Compartir—copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato — y Adaptar el documento — remezclar, transformar y crear a partir del material—para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla las condiciones de Atribución. Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios.

Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia](#) – [Texto completo de la licencia](#)



NORMAS DE PUBLICACIÓN REVISTA ODIGOS

La **REVISTA ODIGOS** es una publicación científica de la Universidad Tecnológica Israel, cuya difusión es trianual: febrero, junio y octubre.

El propósito es publicar, en español e inglés, trabajos de investigación científica y desarrollo tecnológico vinculados a las Ciencias de la Ingeniería y Exactas (ciencia y tecnología, computación, física, matemática, telecomunicaciones, electrónica).

Está dirigida a docentes, investigadores y profesionales que estén interesados en la actualización y el seguimiento de los procesos de investigación científico-tecnológica en esta área del conocimiento. Es de acceso abierto y gratuito, e incluye artículos originales de investigación, ensayos y reseñas.

Es importante acotar que las evaluaciones se hacen con pares a doble ciego para garantizar la objetividad y la calidad de las publicaciones.

1. ALCANCE Y POLÍTICA

Las aportaciones tienen que ser originales y no haber sido publicados previamente o estar en proceso de revisión de otro medio.

Estas pueden ser mediante:

- **Artículos:** trabajos de naturaleza teórica y empírica con una extensión de entre 12 y 16 páginas, incluyendo título, resúmenes, descriptores, tablas y referencias.

La estructura a seguir es la siguiente: título, autor (es), institución, correo electrónico de cada autor, código Orcid (<https://orcid.org/>), resumen, palabras clave, abstract (no se aceptarán traducciones provenientes de traductores automáticos), keywords, introducción, metodología, resultados, conclusiones y referencias bibliográficas.

- **Ensayos:** son revisiones exhaustivas del estado de la cuestión de un tema de investigación reciente y actual justificado mediante la búsqueda sistemática de autores que traten sobre esa problemática. Para esta sección se aceptan trabajos con un máximo de entre 12 y 16 páginas, incluyendo título, resúmenes, descriptores, tablas y referencias.

La estructura a seguir es la siguiente: título, autor (es), institución, correo electrónico de cada autor, código Orcid (<https://orcid.org/>), resumen, palabras clave, abstract (no se

aceptarán traducciones provenientes de traductores automáticos), keywords, introducción, desarrollo, debate/discusión/conclusiones y referencias bibliográficas.

- **Reseñas:** consiste en la valoración crítica de un autor, un libro u obra artística en la que se realice una evaluación o crítica constructiva. Tiene una extensión de máximo 12 páginas incluyendo título, resúmenes, descriptores, tablas y referencias.

La estructura a seguir es la siguiente: título, autor (es), correo electrónico de cada autor, código Orcid (<https://orcid.org/>), resumen, palabras clave, abstract (no se aceptarán traducciones provenientes de traductores automáticos debido a su baja calidad), keywords, introducción, desarrollo, debate/discusión/conclusiones y referencias bibliográficas.

2. PROCESO EDITORIAL

Se informa a los autores que los trabajos que se publicaran deben respetar el formato de la plantilla establecida y ser enviados exclusivamente por el OJS (Open Journal System): <https://revista.uisrael.edu.ec/index.php/ro>, por esa vía se manejará el proceso de estimación/desestimación y de aceptación/rechazo, así como en caso de aceptación, el proceso de revisión.

En el período máximo de 30 días, a partir de la recepción de cada trabajo, los autores recibirán una notificación. En caso de que el manuscrito presente deficiencias formales o no se incluya en el focus temático de la publicación, el Editor principal o Director Científico desestimarán formal o temáticamente el trabajo sin opción de reclamo por parte del autor. Por el contrario, si presenta carencias formales superficiales, se devolverá al autor para su corrección antes del inicio del proceso de evaluación. Para ello se establecen las siguientes categorías: **aceptado, aceptado con cambios menores, aceptado con cambios mayores, rechazado.**

Se solicita a los autores que una vez recibida la resolución por parte del Editor de la Revista o del Director Científico envíen el documento corregido en no más de 30 días para una segunda revisión, salvo a aquellos autores a quienes se ha notificado su documento como rechazado.

Los manuscritos serán evaluados científicamente, de forma anónima por pares expertos en la temática, con el fin de garantizar la objetividad e independencia de la Revista.

Los criterios de valoración para la aceptación/rechazo de los trabajos por parte del Consejo Editor son los siguientes:

- Actualidad y novedad.
- Relevancia y significación: avance del conocimiento científico.
- Originalidad.
- Fiabilidad y validez científica: calidad metodológica contrastada.
- Organización (coherencia lógica y presentación formal).
- Coautorías y grado de internacionalización de la propuesta y del equipo.



- Presentación: buena redacción.

3. PRESENTACIÓN Y ESTRUCTURA DE ORIGINALES

Los trabajos se presentarán en tipo de letra Times New Roman 12, interlineado simple, con alineación a la izquierda y sin tabuladores ni retornos de carros entre párrafos. Solo se separan con un retorno los grandes bloques (autor, título, resúmenes, descriptores, créditos y epígrafes). Los trabajos se presentan en Word para PC. Las normas de citas y bibliografía se basan en APA 7ma edición.

A continuación, se detalla en profundidad como debe desarrollarse el texto académico:

- Nombre y apellidos completos de cada uno de los autores por orden de prelación, el número deberá estar justificado por el tema, su complejidad y su extensión, siendo 4 el máximo. Junto a los nombres ha de seguir la institución, correo electrónico de cada autor y código ORCID.
- Resumen en español con un máximo de 200 palabras, donde se describirá de forma concisa el motivo y el objetivo de la investigación, la metodología empleada, los resultados más destacados y principales conclusiones, con la siguiente estructura: justificación del tema, objetivos, metodología del estudio, resultados y conclusiones. Ha de estar escrito de manera impersonal en tercera persona: “El presente trabajo se analizó...”.
- Abstract en inglés con un máximo de 200 palabras. Para su elaboración, al igual que para el título y los keywords, no se admite el empleo de traductores automáticos. Los revisores analizan también este factor al valorar el trabajo
- De 4-6 palabras clave en español/ 4-6 keywords en inglés.
- Introducción: debe incluir los fundamentos y el propósito del estudio, utilizando citas bibliográficas, así como la revisión de la literatura más significativa proveniente de fuentes válidas y de calidad académica.
- Metodología: Será presentado con la precisión que sea conveniente para que el lector comprenda y confirme el desarrollo de la investigación. Se describirá el enfoque metodológico adoptado, la población y muestra, así como las técnicas seleccionadas.
- Resultados: se realizará una exposición de la información recabada durante el proceso de investigación. En caso de ser necesario los resultados se expondrán en figuras o/y tablas (**Ver plantilla de estilo**).
- Conclusiones: resumirá los hallazgos, relacionando las propias observaciones con otros estudios de interés, señalando aportaciones y limitaciones sin reiterar datos ya comentados en otros apartados.
- Referencias bibliográficas: Las citas bibliográficas deben reseñarse en forma de referencias al texto. No debe incluirse bibliografía no citada en el texto. El número de referencias bibliográficas deben ser como mínimo 12 y máximo 20, cantidad necesaria para contextualizar el marco teórico, la metodología usada y los resultados de investigación. Se

presentarán alfabéticamente por el apellido primero del autor (agregando el segundo solo en caso de que el primero sea de uso muy común, y unido con guion). Debe usarse la norma APA 7ma edición.

- Apoyo financiero (opcional): El Council Science Editors recomienda a los autor/es especificar la fuente de financiación de la investigación. Se considerarán prioritarios los trabajos con aval de proyectos competitivos nacionales e internacionales. En todo caso, para la valoración científica del manuscrito, este debe ir anonimizado con XXXX solo para su evaluación inicial, a fin de no identificar autores y equipos de investigación, que deben ser explicitados posteriormente en el manuscrito final.

4. DERECHOS DE AUTOR

Los autores que participen de los procesos de evaluación y publicación de sus ediciones conservan sus derechos de autor, cediendo a la revista el derecho a la primera publicación, tal como establecen las condiciones de reconocimiento en la licencia [Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional](#) (CC BY), donde los autores autorizan el libre acceso a sus obras, permitiendo que los lectores copien, distribuyan y transmitan por diversos medios, garantizando una amplia difusión del conocimiento científico publicado.

5. LISTA DE COMPROBACIÓN PARA ENVÍOS

Los investigadores deberán llenar en el OJS la lista de comprobación para envíos. En caso de que no cumpla uno de los requisitos, el autor no podrá subir el archivo. Por ello es necesario que se revisen los siguientes parámetros antes de enviar el documento.

- El envío no ha sido publicado previamente ni se ha sometido a consideración por ninguna otra revista (o se ha proporcionado una explicación al respecto en los comentarios al editor/a).
- El archivo de envío está en formato Microsoft Word.
- Siempre que sea posible, se proporcionan direcciones URL para las referencias.
- El texto alineado a la izquierda con tiene interlineado sencillo; letra Times New Roman, 12 puntos de tamaño de fuente.
- El texto se adhiere a los requisitos estilísticos y bibliográficos resumidos en las [Directrices para autores](#).
- Si se envía a una sección evaluada por pares de la revista, deben seguirse las instrucciones en asegurar una evaluación anónima.

6. PRÁCTICAS DESHONESTAS: PLAGIO Y FRAUDE CIENTÍFICO

En el caso de que haya algún tipo de infracción contra los derechos de la propiedad intelectual, las acciones y procedimientos que se deriven de esa situación serán responsabilidad de los autores/as. En tal sentido, cabe mencionar las siguientes infracciones graves:



- **Plagio:** consiste en copiar ideas u obras de otros y presentarlas como propias, como por ejemplo el adoptar palabras o ideas de otros autores sin el debido reconocimiento, no emplear las comillas en una cita literal, dar información errónea sobre la verdadera fuente de la cita, el parafraseo de una fuente sin mencionarla, el parafraseo abusivo, incluso si se menciona la fuente.
- **Fraude científico:** consiste en la elaboración, falsificación u omisión de información, datos, así como la publicación duplicada de una misma obra y los conflictos de autoría. **CITACIÓN Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS** el sistema de citación y referencias bibliográficas se ajustarán a las American Psychological Association (Normas APA, 7^a. edición).
- Se respetará de forma tácita el orden de los autores que figure en el documento original enviado.





UISRAEL - 2024

Francisco Pizarro E4-142 y Marieta de Veintimilla
Teléfono: (593) 2 255-5741
rodigos@uisrael.edu.ec
Quito - Ecuador

